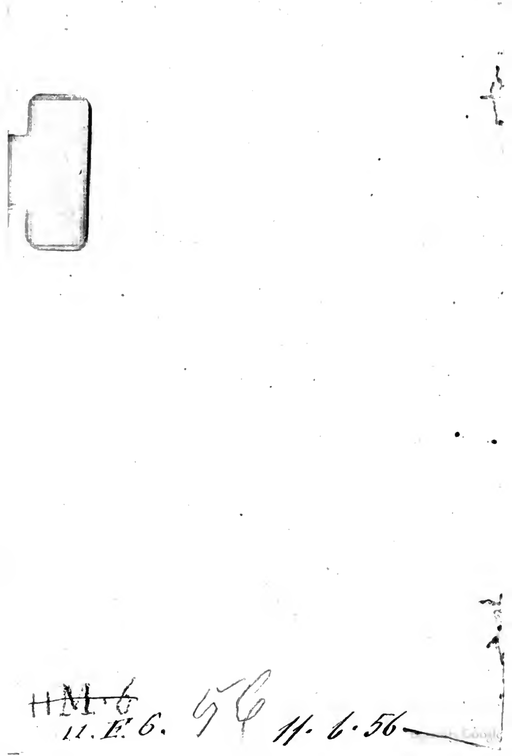
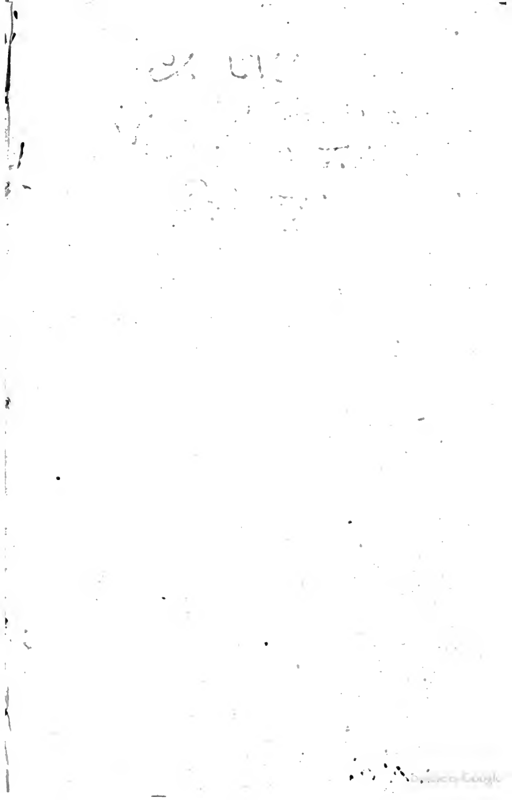






TRAITÉ
ÉLÉMENTAIRE
DE CHIMIE,

SECONDE ÉDITION.

TOME SECOND.



TRAITÉ
ÉLÉMENTAIRE
DE CHIMIE,
PRÉSENTÉ DANS UN ORDRE NOUVEAU
ET D'APRÈS LES DÉCOUVERTES MODERNES;

AVEC FIGURES:

Par M. LAVOISIER, *de l'Académie des Sciences, de la Société de Médecine, des Sociétés d'Agriculture de Paris & d'Orléans, de la Société de Londres, de l'Institut de Bologne, de la Société Helvétique de Basle, de celles de Philadelphie, Harlem, Manchester, Padoue, &c.*

SECONDE ÉDITION.

TOME SECOND.







A PARIS,

Chez CUCHET, Libraire, rue & hôtel Serpente.

M. DCC. XCIII.

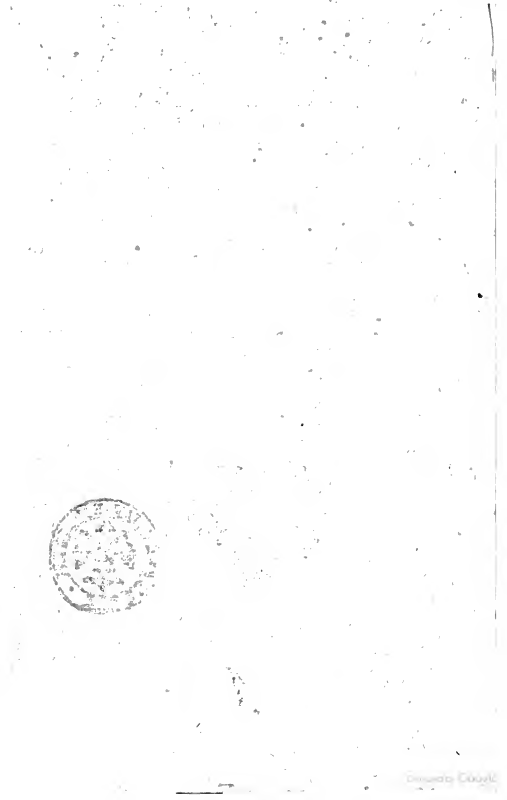


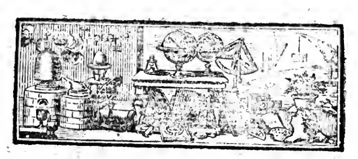
TABLE
DES CHAPITRES
DU TOME SECOND.

TROISIÈME PARTIE.

Description des Appareils & des Opérations manuelles de la Chimie.

Fin de la Table.

TRAITÉ



TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE DE CHIMIE.

TROISIEME PARTIE.

Description des appareils & des opérations manuelles de la Chimie.

INTRODUCTION.

Ce n'eſt pas ſans deſſein que je ne me ſuis pas étendu davantage dans les deux premières parties de cet Ouvrage, ſur les opérations manuelles de la Chimie. J'ai reconnu, d'après ma propre expérience, que des deſcriptions minutieuſes, des détails de procédés & des explications de planches, figuroient mal dans un

ouvrage de raisonnement ; qu'elles interrompoient la marche des idées, & qu'elles rendoient la lecture de l'ouvrage fastidieuse & difficile.

D'un autre côté, si je m'en fusse tenu aux simples descriptions sommaires que j'ai données jusqu'ici, les commençans n'auroient pu prendre dans cet Ouvrage que des idées très-vagues de la Chimie-pratique. Des opérations qu'il leur auroit été impossible de répéter, ne leur auroient inspiré ni confiance ni intérêt : ils n'auroient pas même eu la ressource de chercher dans d'autres ouvrages de quoi suppléer à ce qui auroit manqué à celui-ci. Indépendamment de ce qu'il n'en existe aucun où les expériences modernes se trouvent décrites avec assez d'étendue, il leur auroit été impossible de recourir à des traités où les idées n'auroient point été présentées dans le même ordre, où l'on n'auroit pas parlé le même langage; en sorte que le but d'utilité que je me suis proposé n'auroit pas été rempli.

J'ai pris, d'après ces réflexions, la résolution de réserver pour une troisième partie la description sommaire de tous les appareils & de toutes les opérations manuelles qui ont rapport à la Chimie élémentaire. J'ai préféré de placer ce traité particulier à la fin plutôt qu'au commencement de cet Ouvrage, parce qu'il m'auroit été impossible de n'y pas supposer des connoissances que les commençans ne peuvent avoir, & qu'ils ne peuvent

acquérir que par la lecture de l'Ouvrage même. Toute cette troisième partie doit être en quelque façon considérée comme l'explication des figures qu'on a coutume de rejetter à la fin des Mémoires, pour ne point en couper le texte par des descriptions trop étendues.

Quelque soin que j'aye pris pour mettre de la clarté & de la méthode dans cette partie de mon travail, & pour n'omettre la description d'aucun appareil essentiel, je suis loin de prétendre que ceux qui veulent prendre des connoissances exactes en Chimie, puissent se dispenser de suivre des cours, de fréquenter les laboratoires & de se familiariser avec les instrumens qu'on y emploie. *Nihil est in intellectu quod non prius fuerit in sensu*: grande & importante vérité que ne doivent jamais oublier ceux qui apprennent comme ceux qui enseignent, & que le célèbre Rouelle avoit fait tracer en gros caractères dans le lieu le plus apparent de son laboratoire.

Les opérations chimiques se divisent naturellement en plusieurs classes, suivant l'objet qu'elles se proposent de remplir : les unes peuvent être regardées comme purement mécaniques ; telle est la détermination du poids des corps, la mesure de leur volume, la trituration, la porphyrisation, le tamisage, le lavage, la filtration : les autres sont des opérations véritablement chimiques, parce

qu'elles emploient des forces & des agens chimiques, telles que la dissolution, la fusion, &c. Enfin les unes ont pour objet de séparer les principes des corps, les autres de les réunir ; souvent même elles ont ce double but, & il n'est pas rare que dans une même opération, comme dans la combustion, par exemple, il y ait à la fois décomposition & recomposition.

Sans adopter particulièrement aucune de ces divisions, auxquelles il seroit difficile de s'astreindre, du moins d'une manière rigoureuse, je vais présenter le détail des opérations chimiques, dans l'ordre qui m'a paru le plus propre à en faciliter l'intelligence. J'insisterai particulièrement sur les appareils relatifs à la Chimie moderne, parce qu'ils sont encore peu connus, même de ceux qui font une étude particulière de cette science, je pourrois presque dire, d'une partie de ceux qui la professent.

CHAPITRE PREMIER.

Des instrumens propres à déterminer le poids absolu & la pesanteur spécifique des corps solides & liquides.

On ne connoît jusqu'à présent aucun meilleur moyen pour déterminer les quantités de matières qu'on emploie dans les opérations chimiques, & celles qu'on obtient par le résultat des expériences, que de les mettre en équilibre avec d'autres corps qu'on est convenu de prendre pour terme de comparaison. Lors, par exemple, que nous voulons allier ensemble douze livres de plomb & six livres d'étain, nous nous procurons un levier de fer assez fort pour qu'il ne fléchisse pas; nous le suspendons dans son milieu & de manière que ses deux bras soient parfaitement égaux; nous attachons à l'une de ses extrêmités un poids de douze livres, nous attachons à l'autre du plomb, & nous en ajoutons jusqu'à ce qu'il y ait équilibre, c'est-à-dire jusqu'à ce que le levier demeure parfaitement horisontal. Après avoir ainsi opéré sur le plomb, on opère sur l'étain; & on en use de la même manière pour toutes les autres matières dont on veut déterminer la

quantité. Cette opération se nomme *peser;* l'instrument dont on se sert se nomme *balance :* il est principalement composé, comme tout le monde le sait, d'un fléau, de deux bassins & d'une aiguille.

Quant au choix des poids & à la quantité de matière qui doit composer une unité, une livre, par exemple, c'est une chose absolument arbitraire; aussi voyons-nous que la livre diffère d'un royaume à un autre, d'une province & souvent même d'une ville à une autre. Les sociétés n'ont même d'autre moyen de conserver l'unité qu'elles se sont choisie, & d'empêcher qu'elle ne varie & ne s'altère par la révolution des temps, qu'en formant ce qu'on nomme des étalons, qui sont déposés & soigneusement conservés dans les greffes des jurisdictions.

Il n'est point indifférent sans doute dans le commerce & pour les usages de la société, de se servir d'une livre ou d'une autre, puisque la quantité absolue de matière n'est pas la même, & que les différences même sont très-considérables. Mais il n'en est pas de même pour les Physiciens & pour les Chimistes. Peu importe dans la plûpart des expériences, qu'ils ayent employé une quantité A ou une quantité B de matière, pourvu qu'ils expriment clairement les produits qu'ils ont obtenus de l'une ou de l'autre

de ces quantités, en fractions d'un uſage commode, & qui réunies toutes enſemble faſſent un produit égal au tout. Ces conſidérations m'ont fait penſer qu'en attendant que les hommes, réunis en ſociété, ſe ſoient déterminés à n'adopter qu'un ſeul poids & qu'une ſeule meſure, les Chimiſtes, de toutes les parties du monde, pourroient ſans inconvénient ſe ſervir de la livre de leur pays, quelle qu'elle fût, pourvu qu'au lieu de la diviſer, comme on l'a fait juſqu'ici, en fractions arbitraires, on ſe déterminât par une convention générale à la diviſer en dixièmes, en centièmes, en millièmes, en dix-millièmes, &c. c'eſt-à-dire, en fractions décimales de livres. On s'entendroit alors dans tous les pays, comme dans toutes les langues: on ne ſeroit pas sûr, il eſt vrai, de la quantité abſolue de matière qu'on auroit employée dans une expérience; mais on connoîtroit ſans difficulté, ſans calcul, le rapport des produits entr'eux; ces rapports ſeroient les mêmes pour les ſavans du monde entier, & l'on auroit véritablement pour cet objet un langage univerſel.

Frappé de ces conſidérations, j'ai toujours eu le projet de faire diviſer la livre poids de marc en fractions décimales, & ce n'eſt que depuis peu que j'y ſuis parvenu. M. Fourché,

Balancier, ſucceſſeur de M. Chemin, rue de la Ferronerie, a rempli cet objet avec beaucoup d'intelligence & d'exactitude, & j'invite tous ceux qui s'occupent d'expériences, à ſe procurer de ſemblables diviſions de la livre : pour peu qu'ils ayent d'uſage du calcul des décimales, ils ſeront étonnés de la ſimplicité & de la facilité que cette diviſion apportera dans toutes leurs opérations. Je détaillerai dans un Mémoire particulier deſtiné pour l'Académie, les précautions & les attentions que cette diviſion de la livre exige.

En attendant que cette méthode ſoit adoptée par les ſavans de tous les pays, il eſt un moyen ſimple, ſinon d'atteindre au même but, au moins d'en approcher & de ſimplifier les calculs. Il conſiſte à convertir à chaque peſée les onces, gros & grains qu'on a obtenus, en fractions décimales de livre, & pour diminuer la peine que ce calcul pourroit préſenter, j'ai formé une table où ces calculs ſe trouvent tous faits ou au moins réduits à de ſimples additions. Elle ſe trouve à la fin de cette troiſième partie : voici la manière de s'en ſervir.

Je ſuppoſe qu'on ait employé dans une expérience 4 livres de matières, & que par le réſultat de l'opération on ait obtenu quatre produits différens A, B, C, D, peſant, ſavoir,

	liv.	onc.	gros	grains.
Produit A	2	5	3	63
Produit B	1	2	7	15
Produit C	»	3	1	37
Produit D	»	4	3	29
Total	4	»	»	»

On transformera, au moyen de la table, ces fractions vulgaires en décimales, comme il suit :

Pour le produit A.

	Fractions vulgaires.				Fractions décimales correspondantes.
	liv.	onc.	gros	gr.	liv.
	2	»	»	»	2,0000000
		5	»	»	0,3125000
			3	»	0,0234375
				63	0,0068359
Total	2	5	3	63	2,3427734

Pour le produit B.

	liv.	onc.	gros	grains.	liv.
	1	»	»	»	1,0000000
		2	»	»	0,1250000
			7	»	0,0546875
				15	0,0016276
Total	1	2	7	15	1,1813151

Pour le produit C.

Fractions vulgaires.				Fractions décimales correspondantes.
	onc.	gros	gr.	liv.
	3	»	»	0,1875000
		1	»	0,0078125
			37	0,0040148
Total »	3	1	37	0,1993273

Pour le produit D.

	onc.	gros	gr.	liv.
	4	»	»	0,2500000
		3	»	0,0234375
			29	0,0031467
Total »	4	3	29	0,2765842

En récapitulant ces résultats, on aura en fractions décimales :

Pour le produit A	2,3427734
Pour le produit B	1,1813151
Pour le produit C	0,1993273
Pour le produit D	0,2765842
Total	4,0000000

Les produits ainsi exprimés en fractions décimales, sont ensuite susceptibles de toute espèce

de réduction & de calcul; & on n'est plus obligé de réduire continuellement en grains les nombres sur lesquels on veut opérer, & de reformer ensuite avec ces mêmes nombres des livres, onces & gros.

La détermination du poids des matières & des produits, avant & après les expériences, étant la base de tout ce qu'on peut faire d'utile & d'exact en Chimie, on ne sauroit y apporter trop d'exactitude. La première chose, pour remplir cet objet, est de se munir de bons instrumens. On ne peut se dispenser d'avoir, pour opérer commodément, trois excellentes balances. La première doit peser jusqu'à 15 & 20 livres, sans fatiguer le fléau. Il n'est pas rare d'être obligé dans des expériences chimiques de déterminer à un demi-grain près ou un grain tout au plus la tarre & le poids de très-grands vases & d'appareils très-pesans. Il faut, pour arriver à ce degré de précision, des balances faites par un artiste habile & avec des précautions particulières; il faut sur-tout se faire une loi de ne jamais s'en servir dans un laboratoire où elles seroient immanquablement rouillées & gâtées: elles doivent être conservées dans un cabinet séparé, où il n'entre jamais d'acides. Celles dont je me sers ont été construites par M. Fortin; leur fléau a trois pieds de long; & elles

réunissent toutes les sûretés & les commodités qu'on peut desirer. Je ne crois pas que, à l'exception de celles de Ramsden, il en existe qui puissent leur être comparées pour la justesse & pour la précision. Indépendamment de cette forte balance, j'en ai deux autres qui sont bannies, comme la première, du laboratoire ; l'une pèse jusqu'à 18 ou 20 onces, à la précision du dixième de grain ; la troisième ne pèse que jusqu'à un gros, & les 512es de grain y sont très-sensibles.

Je donnerai à l'Académie dans un Mémoire particulier, une description de ces trois balances, avec des détails sur le degré de précision qu'on en obtient.

Ces instrumens au surplus dont on ne doit se servir que pour les expériences de recherche, ne dispensent pas d'en avoir d'autres moins précieux pour les usages courans du laboratoire. On y a continuellement besoin d'une grosse balance à fléau de fer peint en noir, qui puisse peser des terrines entières pleines de liquide, & des quantités d'eau de 40 à 50 livres, à un demi-gros près ; d'une seconde balance susceptible de peser jusqu'à 8 à 10 livres, à 12 ou 15 grains près ; enfin d'une petite balance à la main, pesant environ une livre, à la précision du grain.

Mais ce n'est pas encore assez d'avoir d'excellentes balances, il faut les connoître, les avoir étudiées, savoir s'en servir, & l'on n'y parvient que par un long usage & avec beaucoup d'attention. Il est sur-tout important de vérifier souvent les poids dont on se sert : ceux fournis chez les balanciers ayant été ajustés avec des balances qui ne sont pas extrêmement sensibles, ne se trouvent plus rigoureusement exacts quand on les éprouve avec des balances aussi parfaites que celles que je viens d'annoncer.

Ce seroit une excellente manière, pour éviter les erreurs dans les pesées, que de les répéter deux fois, en employant pour les unes des fractions vulgaires de livre, & pour les autres des fractions décimales.

Tels sont les moyens qui ont paru jusqu'ici les plus propres à déterminer les quantités de matières employées dans les expériences, c'est-à-dire, pour me servir de l'expression ordinaire, à déterminer le poids absolu des corps. Mais en adoptant cette expression, je ne puis me dispenser d'observer que, prise dans un sens strict, elle n'est pas absolument exacte. Il est certain qu'à la rigueur nous ne connoissons & nous ne pouvons connoître que des pesanteurs relatives ; que nous ne pouvons les exprimer qu'en partant d'une unité convention-

nelle : il seroit donc plus vrai de dire que nous n'avons aucune mesure du poids absolu des corps.

Passons maintenant à ce qui concerne la pesanteur spécifique. On a désigné sous ce nom le poids absolu des corps divisé par leur volume, ou ce qui revient au même, le poids que pèse un volume déterminé d'un corps. C'est la pesanteur de l'eau qu'on a choisie, en général, pour l'unité qui exprime ce genre de pesanteur. Ainsi quand on parle de la pesanteur spécifique de l'or, on dit qu'il est dix-neuf fois aussi pesant que l'eau ; que l'acide sulfurique concentré est deux fois aussi pesant que l'eau, & ainsi des autres corps.

Il est d'autant plus commode de prendre ainsi la pesanteur de l'eau pour unité, que c'est presque toujours dans l'eau que l'on pèse les corps dont on veut déterminer la pesanteur spécifique. Si, par exemple, on se propose de reconnoître la pesanteur spécifique d'un morceau d'or pur écroui à coups de marteau, & si ce morceau d'or pèse dans l'air 8 onces 4 gros 2 grains & demi, comme celui que M. Brisson a éprouvé, page 5 de son Traité de la Pesanteur spécifique, on suspend cet or à un fil métallique très-fin & assez fort cependant pour pouvoir le supporter sans se rompre ; on attache ce fil

fous le baſſin d'une balance hydroſtatique, & on pèſe l'or entièrement plongé dans un vaſe rempli d'eau. Le morceau d'or dont il eſt ici queſtion, a perdu dans l'expérience de M. Briſſon 3 gros 37 grains. Or, il eſt évident que le poids que perd un corps quand on l'a peſé dans l'eau, n'eſt autre que le poids du volume d'eau qu'il déplace, ou, ce qui eſt la même choſe, qu'un poids d'eau égal à ſon volume; d'où l'on peut conclure qu'à volume égal l'or pèſe 4898 grains & demi, & l'eau 253 : ce qui donne 193617 pour la peſanteur ſpécifique de l'or, celle de l'eau étant ſuppoſée 10000. On peut opérer de la même manière pour toutes les ſubſtances ſolides.

Il eſt au ſurplus aſſez rare qu'on ait beſoin en Chimie de déterminer la peſanteur ſpécifique des corps ſolides, à moins qu'on ne travaille ſur les alliages ou ſur les verres métalliques: on a au contraire beſoin preſqu'à chaque inſtant de connoître la peſanteur ſpécifique des fluides, parce que c'eſt ſouvent le ſeul moyen qu'on ait de juger de leur degré de pureté & de concentration.

On peut également remplir ce dernier objet avec un très-grand degré de préciſion, au moyen de la balance hydroſtatique, & en peſant ſucceſſivement un corps ſolide, tel, par exemple,

qu'une boule de cristal de roche suspendue à un fil d'or très-fin, dans l'air & dans le fluide dont on veut déterminer la pesanteur spécifique. Le poids que perd la boule plongée dans le fluide, est celui d'un volume égal de ce fluide. En répétant successivement cette opération dans l'eau & dans différens fluides, on peut par un calcul très-simple en conclure leur rapport de pesanteur spécifique, soit entr'eux, soit avec l'eau : mais ce moyen ne seroit pas encore suffisamment exact, ou au moins il seroit très-embarrassant à l'égard des liqueurs dont la pesanteur spécifique diffère très-peu de celle de l'eau, par exemple, à l'égard des eaux minérales & de toutes celles en général qui sont très-peu chargées de sels.

Dans quelques travaux que j'ai entrepris sur cet objet & qui ne sont point encore publics, je me suis servi avec beaucoup d'avantages de pèse-liqueurs très-sensibles & dont je vais donner une idée. Ils consistent dans un cylindre creux A *b c f*, *planche VII*, *fig. 6*, de cuivre jaune, ou mieux encore d'argent, & lesté par le bas en *b c f* avec de l'étain. Ce pèse-liqueur est ici représenté nageant dans un bocal *l m n o* rempli d'eau. A la partie supérieure du cylindre est adaptée une tige faite d'un fil d'argent de $\frac{3}{4}$ de ligne de diamètre tout au plus, & surmontée d'un petit

petit bassin *d* destiné à recevoir des poids. On fait sur cette tige une marque en *g*, dont on va expliquer l'usage. On peut faire cet instrument de différentes dimensions; mais il n'est suffisamment exact qu'autant qu'il déplace au moins quatre livres d'eau.

Le poids de l'étain dont cet instrument est lesté, doit être tel qu'il soit presqu'en équilibre dans de l'eau distillée, & qu'il ne faille plus y ajouter pour le faire entrer jusqu'à la marque *g*, qu'un demi-gros ou un gros tout au plus.

On commence par déterminer une première fois avec beaucoup d'exactitude le poids de cet instrument & le nombre de gros ou de grains dont il faut le charger dans de l'eau distillée, à une température donnée pour le faire entrer jusqu'à la marque *g*. On fait la même opération dans toutes les eaux dont on veut connoître la pesanteur spécifique, & on rapporte ensuite par le calcul les différences au pied cube, à la pinte ou à la livre, ou bien on les réduit en fractions décimales. Cette méthode, jointe à quelques expériences faites avec les réactifs, est une des plus sûres pour déterminer la qualité des eaux, & on y apperçoit des différences qui auroient échappé aux analyses chimiques les plus exactes. Je donnerai un jour le détail d'un grand travail que j'ai fait sur cet objet.

Les pèse-liqueurs métalliques ne peuvent servir que pour déterminer la pesanteur spécifique des eaux qui ne contiennent que des sels neutres ou des substances alkalines : on peut aussi en faire construire de particuliers lestés pour l'esprit-de-vin & les liqueurs spiritueuses. Mais toutes les fois qu'il est question de déterminer la pesanteur spécifique des acides, on ne peut employer que du verre. On prend alors un cylindre creux de verre *a b c*, *planche VII*, *figure 14*, qu'on ferme hermétiquement à la lampe en *b c f*; on y soude dans sa partie supérieure un tube capillaire *a d* surmonté par un petit bassin *d*. On leste cet instrument avec du mercure, & on en introduit plus ou moins, suivant la pesanteur des liqueurs qu'on se propose d'examiner. On peut introduire dans le tube *a d*, qui forme le col de cet instrument, une petite bande de papier qui porte des divisions; & quoique ces divisions ne répondent pas aux mêmes fractions de grains dans des liqueurs dont la pesanteur spécifique est différente, elles sont cependant commodes pour les évaluations.

Je ne m'étendrai pas davantage sur les moyens qui servent pour déterminer, soit le poids absolu, soit la pesanteur spécifique des solides & des liquides; les instrumens qu'on emploie à ce genre d'expériences, sont entre les mains de tout le

monde, on peut ſe les procurer aiſément, & de plus grands détails ſeroient inutiles. Il n'en ſera pas de même de la meſure des gaz : la plûpart des inſtrumens dont je me ſers ne ſe trouvant nulle part & n'ayant été décrits dans aucun ouvrage, il m'a paru néceſſaire d'en donner une connoiſſance plus détaillée : c'eſt l'objet que je me ſuis propoſé dans le Chapitre ſuivant.

CHAPITRE II.

De la Gazométrie, ou de la mesure du poids & du volume des substances aériformes.

§. I.

Description des Appareils pneumato-chimiques.

LES Chimistes Français ont donné dans ces derniers temps le nom de *pneümato-chimique* à un appareil à la fois très-ingénieux & très-simple, imaginé par M. Priestley, & qui est devenu absolument indispensable dans tous les laboratoires. Il consiste en une caisse ou cuve de bois plus ou moins grande, *planche V, figure 1 & 2*, doublée de plomb laminé ou de feuilles de cuivre étamé. La *figure 1* représente cette cuve vue en perspective; on en a supposé le devant & un des côtés enlevés dans la *figure 2*, afin de faire mieux sentir la manière dont elle est construite dans son intérieur.

On distingue dans tout appareil de cette espèce, la tablette de la cuve ABCD, *fig. 1 & 2*, & le fond de la cuve FGHI, *fig. 2.* L'intervalle qui se trouve entre ces deux plans est la cuve proprement dite, ou la fosse de la

cuve. C'eſt dans cette partie creuſe qu'on emplit les cloches : on les retourne enſuite & on les poſe ſur la tablette ABCD, *voyez* la cloche F, *planche X.* On peut encore diſtinguer les bords de la cuve, & l'on donne ce nom à tout ce qui excède le niveau de la tablette.

La cuve doit être ſuffiſamment remplie, pour que la tablette ſoit toujours recouverte d'un pouce ou d'un pouce & demi d'eau ; elle doit avoir aſſez de largeur & de profondeur, pour qu'il y en ait alors au moins un pied en tout ſens dans la foſſe de la cuve. Cette quantité ſuffit pour les expériences ordinaires ; mais il eſt un grand nombre de circonſtances où il eſt commode, où il eſt même indiſpenſable de ſe donner encore plus d'eſpace. Je conſeille donc à ceux qui veulent s'occuper utilement & habituellement d'expériences de Chimie, de conſtruire très en grand ces appareils, ſi le local le leur permet. La foſſe de ma cuve principale contient quatre pieds cubes d'eau, & la ſurface de ſa tablette eſt de quatorze pieds carrés. Malgré cette grandeur qui me paroiſſoit d'abord démeſurée, il m'arrive encore ſouvent de manquer de place.

Il ne ſuffit pas encore dans un laboratoire où l'on eſt livré à un courant habituel d'expériences, d'avoir un ſeul de ces appareils, quel-

que grand qu'il soit : il faut, indépendamment du magasin général, en avoir de plus petits & de portatifs même, qu'on place où le besoin l'exige & près du fourneau où l'on opère. Ce n'est qu'ainsi qu'on peut faire marcher plusieurs expériences à la fois. Il y a d'ailleurs des opérations qui salissent l'eau de l'appareil, & qu'il est nécessaire de faire dans une cuve particulière.

Il est sans doute beaucoup plus économique de se servir de cuves de bois, ou de baquets cerclés de fer & faits tout simplement avec des douves, plutôt que d'employer des caisses de bois doublées de cuivre ou de plomb. Je m'en suis moi-même servi dans mes premières expériences; mais j'ai bientôt reconnu les inconvéniens qui y sont attachés. Si l'eau n'y est pas toujours entretenue au même niveau, les douves qui se trouvent à sec prennent de la retraite; elles se disjoignent, & quand on vient ensuite à mettre plus d'eau, elle s'échappe par les jointures, & les planchers sont inondés.

Les vaisseaux dont on se sert pour recevoir & pour contenir les gaz dans cet appareil, sont des cloches de cristal A, *figure 9*. Pour les transporter d'un appareil à un autre, ou même pour les mettre en réserve quand la cuve est trop embarrassée, on se sert de plateaux BC, *même*

figure, garnis d'un rebord & de deux anses DE, pour les transporter.

A l'égard de l'appareil pneumato-chimique au mercure, après avoir essayé d'en construire de différentes matières, je me suis arrêté définitivement au marbre. Cette substance est absolument imperméable au mercure; on n'a pas à craindre, comme avec le bois, que les assemblages se déjoignent, ou que le mercure s'échappe par des gerçures; on n'a point non plus l'inquiétude de la cassure, comme avec le verre, la faïence & la porcelaine.

On choisit donc un bloc de marbre B C D E, *planche V*, *figures 3 & 4*, de deux pieds de long, de 15 à 18 pouces de large, & de 10 pouces d'épaisseur; on fait creuser jusqu'à une profondeur *m n*, *figure 5*, d'environ quatre pouces, pour former la fosse qui doit contenir le mercure: & pour qu'on puisse y remplir plus commodément les cloches ou jarres, on y fait creuser en outre une profonde rigole T V, *figures 3, 4 & 5*, de quatre autres pouces au moins de profondeur: enfin, comme cette rigole pourroit être embarrassante dans quelques expériences, il est bon qu'on puisse la boucher & la condamner à volonté, & l'on remplit cet objet au moyen de petites planches qui entrent dans une rainure *x y*, *figure 5*. Je me suis

déterminé à faire conftruire deux cuves de marbre, femblables à celle que je viens de décrire, mais de grandeurs différentes ; j'en ai toujours par ce moyen une des deux qui me fert de réfervoir pour conferver le mercure, & c'eft de tous les réfervoirs le plus sûr & le moins sujet aux accidens.

On peut opérer dans le mercure avec cet appareil, exactement comme dans l'eau : il faut feulement employer des cloches très-fortes & d'un petit diamètre, ou des tubes de criftal qui ont un empâtement par le bas, comme celui repréfenté, *fig.* 7 ; les faïenciers qui les tiennent, les nomment eudiomètres. On voit une de ces cloches en place A, *fig.* 5, & ce qu'on nomme une jarre, *fig.* 6.

L'appareil pneumato-chimique au mercure eft néceffaire pour toutes les opérations où il fe dégage des gaz fufceptibles d'être abforbés par l'eau, & ce cas n'eft pas rare, puifqu'il a lieu généralement dans toutes les combuftions, à l'exception de celle des métaux.

§. II. *Du Gazomètre.*

Je donne le nom de gazomètre à un inftrument dont j'ai eu la première idée, & que j'avois fait exécuter dans la vue de former un foufflet qui pût fournir continuellement & uni-

formément un courant de gaz oxygène pour des expériences de fusion. Depuis, nous avons fait, M. Meusnier & moi, des corrections & des additions considérables à ce premier essai, & nous l'avons transformé en un instrument pour ainsi dire universel, dont il sera difficile de se passer toutes les fois qu'on voudra faire des expériences exactes.

Le nom seul de cet instrument indique assez qu'il est destiné à mesurer le volume des gaz. Il consiste en un grand fléau de balance, de trois pieds de longueur DE, *planche VIII*, *fig.* 1, construit en fer & très-fort. A chacune de ses extrêmités D E, est solidement fixée une portion d'arc de cercle également en fer.

Ce fléau ne repose pas, comme dans les balances ordinaires, sur un couteau; on y a substitué un tourillon cylindrique d'acier F, *fig.* 9, qui porte sur des rouleaux mobiles : on est parvenu ainsi à diminuer considérablement la résistance qui pouvoit mettre obstacle au libre mouvement de la machine, puisque le frottement de la première espèce se trouve converti en un de la seconde. Ces rouleaux sont en cuivre jaune & d'un grand diamètre : on a pris de plus la précaution de garnir les points qui supportent l'axe ou tourillon du fléau, avec des bandes de cristal de roche. Toute cette suspension est

établie fur une colonne folide, de bois B C, *fig.* 1.

A l'extrêmité D de l'un des bras du fléau, eft fufpendu un plateau de la balance P, deftiné à recevoir des poids. La chaîne qui eft plate s'applique contre la circonférence de l'arc *n* D *o*, dans une rainure pratiquée à cet effet. A l'extrêmité E de l'autre bras du levier, eft attachée une chaîne également plate *i k m*, qui par fa conftruction n'eft pas fufceptible de s'allonger ni de fe racourcir, lorfqu'elle eft plus ou moins chargée. A cette chaîne eft adapté folidement en *i* un étrier de fer à trois branches *a i*, *c i*, *h i*, qui fupporte une grande cloche A de cuivre battu, de 18 pouces de diamètre fur environ 20 pouces de hauteur.

On a repréfenté toute cette machine en perfpective dans la *planche VIII*, *fig.* 1; on l'a fuppofée au contraire, *planche IX*, *fig.* 2 & 4, partagée en deux par un plan vertical, pour laiffer voir l'intérieur. Tout autour de la cloche dans le bas, *planche IX*, *fig.* 2, eft un rebord relevé en-dehors & qui forme une capacité partagée en différentes cafes 1, 2, 3, 4, &c. Ces cafes font deftinées à recevoir des poids de plomb repréfentés féparément 1, 2, 3. Ils fervent à augmenter la pefanteur de la cloche dans les cas où l'on a befoin d'une preffion

considérable, comme on le verra dans la suite; ces cas au surplus sont extrêmement rares. La cloche cylindrique B est entièrement ouverte par son fond *d e*, *planche IX*, *fig.* 4 ; elle est fermée par le haut au moyen d'une calotte de cuivre *a b c*, ouverte en *b f*, & fermée par le moyen d'un robinet *g*. Cette calotte, comme on le voit par l'inspection des figures, n'est pas placée tout-à-fait à la partie supérieure du cylindre; elle est rentrée en dedans de quelques pouces, afin que la cloche ne soit jamais plongée en entier sous l'eau, & qu'elle n'en soit pas recouverte. Si j'étois dans le cas de faire reconstruire un jour cette machine, je désirerois que la calotte fût beaucoup plus surbaissée, de manière qu'elle ne formât presque qu'un plan.

Cette cloche ou réservoir à air est reçue dans un vase cylindrique LMNO, *planche XIII*, *figure 1*, également de cuivre & qui est plein d'eau.

Au milieu de ce vase cylindrique LMNO, *planche IX*, *fig.* 4, s'élèvent perpendiculairement deux tuyaux *s t*, *x y*, qui se rapprochent un peu l'un de l'autre par leur extrêmité supérieure *t y*. Ces tuyaux se prolongent jusqu'un peu au-dessus du niveau du bord supérieur L M du vase L M N O. Quand la cloche *a b c d e* touche le fond NO, ils entrent d'un demi-

pouce environ dans la capacité conique *b*, qui conduit au robinet *g*.

La *figure 3*, *pl. IX*, représente le fond du vase L M N O. On voit au milieu une petite calotte sphérique creuse en-dessous, assujettie & soudée par ses bords au fond du vase. On peut la considérer comme le pavillon d'un petit entonnoir renversé, auquel s'adaptent en *s* & en *x* les tuyaux *st*, *xy*, *fig.* 4. Ces tuyaux se trouvent par ce moyen en communication avec ceux *mm*, *nn*, *oo*, *pp*, qui sont placés horisontalement sur le fond de la machine, *fig.* 3, & qui, tous quatre, se réunissent dans la calotte sphérique *s x*.

De ces quatre tuyaux, trois sortent en dehors du vase LMNO, & on peut les suivre *pl. VIII*, *fig.* 1. L'un désigné par les chiffres arabes 1, 2, 3, s'ajuste en 3 avec la partie supérieure d'une cloche V, & par l'intermède du robinet 4. Cette cloche est posée sur la tablette d'une petite cuve GHIK, doublée de plomb & dont l'intérieur se voit *planche IX*, *fig.* 1.

Le second tuyau est appliqué contre le vase L M N O, de 6 en 7 : il se continue ensuite en 7, 8, 9 & 10, & vient s'engager en 11 sous la cloche V. Le premier de ces deux tuyaux est destiné à introduire le gaz dans la machine ; le second à en faire passer des essais

ſous des cloches. On détermine le gaz à entrer ou à ſortir, ſuivant le degré de preſſion qu'on donne, & on parvient à faire varier cette preſſion en chargeant plus ou moins le baſſin P. Lors donc qu'on veut introduire de l'air, on donne une preſſion nulle & quelquefois même négative. Lorſqu'au contraire on veut en faire ſortir, on augmente la preſſion juſqu'au degré où on le juge à propos.

Le troiſième tuyau 12, 13, 14, 15 eſt deſtiné à conduire l'air ou le gaz à telle diſtance qu'on le juge à propos pour les combuſtions, combinaiſons ou autres opérations de ce genre.

Pour entendre l'uſage du quatrième tuyau, il eſt néceſſaire que j'entre dans quelques explications. Je ſuppoſe que le vaſe L M N O, *fig. 1*, ſoit rempli d'eau, & que la cloche A ſoit en partie pleine d'air & en partie pleine d'eau : il eſt évident qu'on peut proportionner tellement les poids placés dans le baſſin P, qu'il y ait un juſte équilibre & que l'air ne tende ni à rentrer dans la cloche A, ni à en ſortir ; l'eau dans cette ſuppoſition ſera au même niveau en-dedans & au-dehors de la cloche. Il n'en ſera plus de même, ſitôt qu'on aura diminué le poids placé dans le baſſin P, & qu'il y aura preſſion du côté de la cloche : alors le niveau de l'eau ſera plus bas dans l'intérieur qu'à l'ex-

térieur de la cloche, & l'air de l'intérieur se trouvera plus chargé que celui du dehors, d'une quantité qui sera mesurée exactement par le poids d'une colonne d'eau d'une hauteur égale à la différence des deux niveaux.

M. Meusnier, en partant de cette observation, a imaginé d'en déduire un moyen de reconnoître dans tous les instans le degré de pression qu'éprouveroit l'air contenu dans la capacité de la cloche A, *planche VIII*, *fig.* 1. Il s'est servi à cet effet d'un siphon de verre à deux branches 19, 20, 21, 22 & 23, solidement mastiqué en 19 & en 23. L'extrêmité 19 de ce siphon communique librement avec l'eau de la cuve ou vase extérieur. L'extrêmité 23 au contraire communique avec le quatrième tuyau, dont je me suis réservé il n'y a qu'un moment d'expliquer l'usage, & par conséquent avec l'air de l'intérieur de la cloche, par le tuyau *st*, *pl. IX*, *fig.* 4. Enfin M. Meusnier a mastiqué en 16 *planche VIII*, *fig.* 1, un autre tube droit de verre 16, 17, 18, qui communique par son extrêmité 16 avec l'eau du vase extérieur : il est ouvert à l'air libre par son extrêmité supérieure 18.

Il est clair, d'après ces dispositions, que l'eau doit se tenir dans le tube 16, 17 & 18 constamment au niveau de celle de la cuve ou

vase extérieur; que l'eau au contraire dans la branche 19, 20 & 21, doit se tenir plus haut ou plus bas, suivant que l'air de l'intérieur de la cloche est plus ou moins pressé que l'air extérieur, & que la différence de hauteur entre ces deux colonnes, observée dans le tube 16, 17 & 18, & dans celui 19, 20 & 21, doit donner exactement la mesure de la différence de pression. On a fait placer en conséquence entre ces deux tubes une règle de cuivre graduée & divisée en pouces & lignes, pour mesurer ces différences.

On conçoit que l'air & en général tous les fluides élastiques aériformes étant d'autant plus lourds qu'ils sont plus comprimés, il étoit nécessaire, pour en évaluer les quantités & pour convertir les volumes en poids, d'en connoître l'état de compression : c'est l'objet qu'on s'est proposé de remplir par le mécanisme qu'on vient d'exposer.

Mais ce n'est pas encore assez pour connoître la pesanteur spécifique de l'air ou des gaz & pour déterminer leur poids sous un volume connu, que de savoir quel est le degré de compression qu'ils éprouvent, il faut encore en connoître la température, & c'est à quoi nous sommes parvenus à l'aide d'un petit thermomètre dont la boule plonge dans la cloche A, & dont la

graduation s'élève en dehors : il eſt ſolidement maſtiqué dans une virole de cuivre qui ſe viſſe à la calote ſupérieure de la cloche A. *Voyez* 24 & 25, *planche VIII*, *fig.* 1, & *pl. IX*, *fig.* 4. Ce même thermomètre eſt repréſenté ſéparément, *pl. VIII*, *fig.* 10.

L'uſage du Gazomètre auroit encore préſenté de grands embarras & de grandes difficultés, ſi nous nous fuſſions bornés à ces ſeules précautions. La cloche, en s'enfonçant dans l'eau du vaſe extérieur LMNO, perd de ſon poids, & cette perte de poids eſt égale à celui de l'eau qu'elle déplace. Il en réſulte que la preſſion qu'éprouve l'air ou le gaz contenu dans la cloche, diminue continuellement à meſure qu'elle s'enfonce; que le gaz qu'elle a fourni dans le premier inſtant, n'eſt pas de la même denſité que celui qu'elle fournit à la fin; que ſa peſanteur ſpécifique va continuellement en décroiſſant; & quoiqu'à la rigueur ces différences puiſſent être déterminées par le calcul, on auroit été obligé à des recherches mathématiques qui auroient rendu l'uſage de cet appareil embarraſſant & difficile. Pour remédier à cet inconvénient, M. Meuſnier a imaginé d'élever perpendiculairement au milieu du fléau une tige carrée de fer 26 & 27, *pl. VIII*, *fig.* 1, qui traverſe une lentille creuſe de cuivre 28, qu'on ouvre

ouvre & qu'on peut remplir de plomb. Cette lentille glisse le long de la tige 26 & 27; elle se meut par le moyen d'un pignon denté qui engraîne dans une crémaillère, & elle se fixe à l'endroit qu'on juge à propos.

Il est clair que quand le levier D E est horisontal, la lentille 28 ne pèse ni d'un côté ni d'un autre; elle n'augmente donc ni ne diminue la pression. Il n'en est plus de même quand la cloche A s'enfonce davantage & que le levier s'incline d'un côté, comme on le voit *fig.* 1. Alors le poids 28 qui n'est plus dans la ligne verticale qui passe par le centre de suspension, pèse du côté de la cloche & augmente sa pression. Cet effet est d'autant plus grand, que la lentille 28 est plus élevée vers 27, parce que le même poids exerce une action d'autant plus forte, qu'il est appliqué à l'extrémité d'un levier plus long. On voit donc qu'en promenant le poids 28 le long de la tige 26 & 27, suivant laquelle il est mobile, on peut augmenter ou diminuer l'effet de la correction qu'il opère; & le calcul comme l'expérience, prouvent qu'on peut arriver au point de compenser fort exactement la perte de poids que la cloche éprouve à tous les degrés de pression.

Je n'ai encore rien dit de la manière d'évaluer les quantités d'air ou de gaz fournies par

la machine, & cet article est de tous le plus important. Pour déterminer avec une rigoureuse exactitude ce qui s'est dépensé dans le cours d'une expérience, & réciproquement pour savoir ce qui en a été fourni, nous avons établi sur l'arc de cercle qui termine le levier DE, *fig.* 1, un limbe de cuivre *l m* divisé en degrés & demi-degrés; cet arc est fixé au levier DE, & il est emporté par un mouvement commun. On mesure les quantités dont il s'abaisse, au moyen d'un index fixe 29, 30, qui se termine en 30 par un *nonnius* qui donne les centièmes de degré.

On voit, *planche VIII*, les détails des différentes parties que nous venons de décrire.

1°. *Figure* 2, la chaîne plate qui soutient le bassin de balance P; c'est celle de M. Vaucanson: mais comme elle a l'inconvénient de s'allonger ou de se racourcir suivant qu'elle est plus ou moins chargée, il y auroit eu de l'inconvénient à l'employer à la suspension de la cloche A.

2°. *Figure* 5, la chaîne *ikm*, qui, dans la *figure* 1 porte la cloche A: elle est toute formée de plaques de fer limées, enchevêtrées les unes dans les autres, & maintenues par des chevilles de fer. Quelque fardeau qu'on fasse supporter à ce genre de chaîne, elle ne s'alonge pas sensiblement.

3°. *Figure* 6, l'étrier à trois branches, par le moyen duquel est suspendue la cloche A avec des vis de rappel, pour la fixer dans une position bien verticale.

4°. *Figure* 3, la tige 26, 27, qui s'élève perpendiculairement au milieu du fléau, & qui porte la lentille 28.

5°. *Figures* 7 & 8, les rouleaux avec la bande z de cristal de roche, sur laquelle portent les contacts, pour diminuer encore le frottement.

6°. *Figure* 4, la pièce qui porte l'axe des rouleaux.

7°. *Figure* 9, le milieu du fléau avec le tourillon sur lequel il est mobile.

8°. *Figure* 10, le thermomètre qui donne le degré de l'air contenu dans la cloche.

Quand on veut se servir du gazomètre qu'on vient de décrire, il faut commencer par remplir d'eau le vase extérieur L M N O, *planche VIII*, *fig.* 1, jusqu'à une hauteur déterminée, qui doit toujours être la même dans toutes les expériences. Le niveau de l'eau doit être pris quand le fléau de la machine est horizontal. Ce niveau, quand la cloche est à fond, se trouve augmenté de toute la quantité d'eau qu'elle a déplacée; il diminue au contraire à mesure que la cloche approche de son plus haut point

d'élévation. On cherche ensuite par tâtonnemens quelle est l'élévation à laquelle doit être fixée la lentille 28, pour que la pression soit égale dans toutes les positions du fléau. Je dis à-peu-près, parce que la correction n'est pas rigoureuse, & que des différences d'un quart de ligne & même d'une demi-ligne ne sont d'aucune conséquence. Cette hauteur à laquelle il faut élever la lentille, n'est pas la même pour tous les degrés de pression ; elle varie suivant que cette pression est de 1 pouce, 2 pouces, 3 pouces, &c. Toutes ces déterminations doivent être écrites à mesure sur un registre avec beaucoup d'ordre.

Ces premières dispositions faites, on prend une bouteille de huit à dix pintes, dont on détermine bien la capacité en pesant exactement la quantité d'eau qu'elle peut contenir. On en verse cette bouteille ainsi pleine dans la cuve GHIK, *fig.* 1. On en pose le gouleau sur la tablette à la place de la cloche V, en engageant l'extrêmité 11 du tuyau 7, 8, 9, 10, 11 dans son gouleau. On établit la machine à zéro de pression, & on observe bien exactement le degré marqué par l'index sur le limbe : puis ouvrant le robinet 8 & appuyant un peu sur la cloche A, on fait passer autant d'air qu'il en faut pour remplir entièrement la bouteille. Alors on observe de nouveau le limbe,

& on eſt en état de calculer le nombre de pouces cubes qui répondent à chaque degré.

Après cette première bouteille on en remplit une ſeconde, une troiſième, &c. on recommence même pluſieurs fois cette opération, & même avec des bouteilles de différentes capacités; & avec du temps & une ſcrupuleuſe attention on parvient à jauger la cloche A dans toutes ſes parties. Le mieux eſt de faire en ſorte qu'elle ſoit bien tournée & bien cylindrique, afin d'éviter les évaluations & les calculs.

L'inſtrument que je viens de décrire & que j'ai nommé gazomètre, a été conſtruit par M. Meignié le jeune, ingénieur, conſtructeur d'inſtrumens de phyſique, bréveté du Roi. Il y a apporté un ſoin, une exactitude & une intelligence rares. C'eſt un inſtrument précieux par le grand nombre des applications qu'on en peut faire, & parce qu'il eſt des expériences à-peu-près impoſſibles ſans lui. Ce qui le renchérit, c'eſt qu'un ſeul ne ſuffit pas, il le faut double dans un grand nombre de cas, comme dans la formation de l'eau, dans celle de l'acide nitreux, &c. C'eſt un effet inévitable de l'état de perfection dont la Chimie commence à s'approcher, que d'exiger des inſtrumens & des appareils diſpendieux & compliqués : il faut s'attacher ſans doute à les ſimplifier, mais il ne faut pas que ce ſoit aux dépens

de leur commodité & sur-tout de leur exactitude.

§. III.

De quelques autres manières de mesurer le volume des Gaz.

Le gazomètre dont je viens de donner la description dans le paragraphe précédent, est un instrument trop compliqué & trop cher, pour qu'on puisse l'employer habituellement à la mesure des gaz dans les laboratoires; il s'en faut même beaucoup qu'il soit applicable à toutes les circonstances. Il faut pour une multitude d'expériences courantes, des moyens plus simples & qui soient, si l'on peut se permettre cette expression, plus à la main. Je vais détailler ici ceux dont je me suis servi jusqu'au moment où j'ai eu un gazomètre à ma disposition, & dont je me sers encore aujourd'hui de préférence dans le cours ordinaire de mes expériences.

J'ai décrit dans le paragraphe premier de ce chapitre les appareils pneumato-chimiques à l'eau & au mercure. Ils consistent, comme on l'a vu, en cuves plus ou moins grandes, sur la tablette desquelles se posent les cloches desti-

nées à recevoir les gaz. Je suppose qu'à la suite d'une expérience quelconque, on ait dans un appareil de cette espèce un résidu de gaz qui n'est absorbable ni par l'alkali ni par l'eau, qui est contenu dans le haut d'une cloche AEF, *planche IV, fig.* 3, & dont on veut connoître le volume. On commence par marquer avec une grande exactitude par le moyen de bandes de papier la hauteur EF de l'eau ou du mercure. Il ne faut pas se contenter d'appliquer une seule marque d'un des côtés de la cloche, parce qu'il pourroit rester de l'incertitude sur le niveau du liquide : il en faut au moins trois ou même quatre en opposition les unes aux autres.

On doit ensuite, si c'est sur du mercure qu'on opère, faire passer sous la cloche de l'eau pour déplacer le mercure. Cette opération se fait facilement avec une bouteille qu'on emplit d'eau à rase : on en bouche l'orifice avec le doigt, on la renverse & on engage son col sous la cloche; puis retournant la bouteille, on en fait sortir l'eau qui s'élève au-dessus de la colonne de mercure & qui la déplace. Lorsque tout le mercure est ainsi déplacé, on verse de l'eau sur la cuve ABCD, de manière que le mercure en soit couvert d'un pouce environ. On passe une assiette ou un vase quelconque très-plat sous la cloche, & on l'enlève pour la transporter sur une cuve à eau,

planche V, *figures 1* & *2*. Alors on tranſvaſe l'air dans une cloche qui a été graduée de la manière dont je vais l'expliquer, & on juge de la quantité du gaz par les graduations de la cloche.

A cette première manière de déterminer le volume du gaz, on peut en ſubſtituer une autre qu'il eſt bon d'employer comme moyen de vérification. L'air ou le gaz une fois tranſvaſé, on retourne la cloche qui le contenoit, & on y verſe de l'eau juſqu'aux marques EF; on pèſe cette eau, & de ſon poids on en conclut le volume, d'après cette donnée qu'un pied cube ou 1728 pouces d'eau pèſent 70 liv. On trouvera à la fin de cette troiſième partie une table où ces réductions ſe trouvent toutes faites.

La manière de graduer les cloches eſt extrêmement facile, & je vais en donner le procédé afin que chacun puiſſe s'en procurer. Il eſt bon d'en avoir de pluſieurs grandeurs, & même un certain nombre de chaque grandeur, pour y avoir recours en cas d'accident.

On prend une cloche de criſtal un peu forte, longue & étroite; on l'emplit d'eau dans la cuve repréſentée *planche V*, *fig. 1*, & on la poſe ſur la tablette ABCD. On doit avoir une place déterminée qui ſerve conſtamment à ce genre d'opéra-

tion, afin que le niveau de la tablette sur laquelle on pose la cloche soit toujours la même ; on évite par-là presque la seule erreur dont ce genre d'opération soit susceptible.

D'un autre côté, on choisit une bouteille à gouleau étroit qui, pleine à rase, contienne juste 6 onces 3 gros 61 grains d'eau, ce qui répond à un volume de 10 pouces cubiques. Si on ne trouvoit pas de bouteille qui eût précisément cette capacité, on en prendroit une un peu plus grande, & on y couleroit un peu de cire fondue avec de la résine, pour en diminuer la capacité : cette bouteille sert d'étalon pour jauger la cloche, & voici comme on y procède. On fait passer l'air contenu dans cette bouteille dans la cloche qu'on se propose de graduer, puis on fait une marque à la hauteur jusqu'à laquelle est descendue l'eau. On ajoute une seconde mesure d'air & on fait une nouvelle marque ; on continue ainsi jusqu'à ce que toute l'eau de la cloche ait été déplacée. Il est important pendant le cours de cette opération, que la bouteille & la cloche soient maintenues constamment à la même température, & que cette température diffère peu de celle de l'eau de la cuve. On doit donc éviter d'appliquer les mains sur la cloche, ou au moins de les y tenir long-temps, pour ne la pas échauffer : si même on craignoit qu'elle ne l'eût été, il faudroit verser

deſſus de l'eau de la cuve pour la rafraîchir. La hauteur du baromètre & du thermomètre eſt indifférente pour cette opération, pourvu qu'elle ne varie pas pendant qu'elle dure.

Lorſque les marques ont été ainſi placées de 10 pouces en 10 pouces ſur la cloche, on y trace une graduation avec une pointe de diamant emmanchée dans une petite tige de fer. On trouve des diamans ainſi montés pour un prix modique au Louvre, chez le ſucceſſeur de Paſſement. On peut graduer de la même manière des tubes de criſtal pour le mercure : on les diviſe alors de pouce en pouce & même de dixièmes de pouce en dixièmes de pouce. La bouteille qui ſert de jauge doit contenir juſte 8 onces 6 gros 25 grains de mercure ; c'eſt le poids équivalent à un pouce cubique.

Cette manière de déterminer les volumes d'air au moyen d'une cloche graduée, comme on vient de l'expoſer, a l'avantage de n'exiger aucune correction pour la différence de hauteur qui exiſte entre le niveau de l'eau dans l'intérieur de la cloche, & celui de l'eau de la cuve : mais il ne diſpenſe pas des corrections relatives à la hauteur du baromètre & du thermomètre. Lorſqu'on détermine au contraire le volume de l'air par le poids de l'eau contenue juſqu'aux marques EF, on a une correction de plus à faire pour la différence

des niveaux du fluide en-dedans & en-dehors de la cloche, comme je l'expliquerai dans le §. V de ce chapitre.

§. IV.

De la manière de séparer le unes des autres les différentes espèces de Gaz.

On n'a préfenté dans le paragraphe précédent qu'un cas des plus fimples, celui où l'on fe propofe de déterminer le volume d'un gaz pur non abforbable par l'eau : les expériences conduifent ordinairement à des réfultats plus compliqués, & il n'eft pas rare d'obtenir à la fois trois ou quatre efpèces de gaz différentes. Je vais effayer de donner une idée de la manière dont on parvient à les féparer.

Je fuppofe que j'aye fous la cloche A, *pl. IV, fig.* 3, une quantité AEF de différens gaz, mêlés enfemble & contenus par du mercure : on doit commencer par marquer exactement avec des bandes de papier, comme je l'ai prefcrit dans le paragraphe précédent, la hauteur du mercure ; on fait enfuite paffer fous la cloche une très-petite quantité d'eau, d'un pouce cubique, par exemple : fi

le mêlange de gaz contient du gaz acide muriatique ou du gaz acide sulfureux, il y aura sur-le-champ une absorption très-considérable, parce que c'est une propriété de ces gaz d'être absorbés en grande quantité par l'eau, sur-tout le gaz acide muriatique. Si le pouce cube d'eau qui a été introduit ne produit qu'une très-légère absorption & à peine égale à son volume, on en conclura que le mêlange ne contient ni gaz acide muriatique, ni gaz acide sulfureux, ni même de gaz ammoniaque; mais on commencera dès-lors à soupçonner qu'il est mêlangé de gaz acide carbonique, parce qu'en effet l'eau n'absorbe de ce gaz qu'un volume à-peu-près égal au sien. Pour vérifier ce soupçon, on introduira sous la cloche de l'alkali caustique en liqueur : s'il y a du gaz acide carbonique, on observera une absorption lente & qui durera plusieurs heures; l'acide carbonique se combinera avec l'alkali caustique ou potasse, & ce qui restera ensuite n'en contiendra pas sensiblement.

On n'oubliera pas à la suite de chaque expérience de coller des marques de papier sur la cloche, à l'endroit où répondra la surface du mercure, & de les vernir dès qu'elles seront sèches, afin qu'on puisse plonger la cloche dans l'eau sans risquer de les décoller. Il sera également nécessaire

de tenir note de la différence de niveau entre le mercure de la cloche & celui de la cuve, ainsi que de la hauteur du baromètre & du degré du thermomètre.

Lorsqu'on aura ainsi absorbé par l'eau & par la potasse tous les gaz qui en sont susceptibles, on fera passer de l'eau sous la cloche pour en déplacer tout le mercure; on couvrira, comme je l'ai prescrit dans le paragraphe précédent, le mercure de la cuve d'environ deux pouces d'eau; puis passant par-dessous la cloche une assiette plate, on la transportera sur la cuve pneumato-chimique à l'eau : là on déterminera la quantité d'air ou de gaz restant, en la faisant passer dans une cloche graduée. Cela fait, on en prendra différens essais dans de petites jarres, & par des expériences préliminaires on cherchera à reconnoître quels sont à-peu-près les gaz auxquels on a affaire. On introduira par exemple dans une des petites jarres remplie de ce gaz une bougie allumée, comme on le voit représenté *planche V*, *fig. 8*. Si la bougie ne s'y éteint pas, on en conclura qu'il contient du gaz oxygène, & même, suivant que la flamme de la bougie sera plus ou moins éclatante, on pourra juger s'il en contient plus ou moins que l'air de l'atmosphère. Dans le cas au contraire où la bougie s'y éteindroit, on auroit une forte

raiſon de préſumer que ce réſidu eſt, pour la plus grande partie, du gaz azote. Si à l'approche de la bougie le gaz s'enflamme & brûle paiſiblement à la ſurface avec une flamme de couleur blanche, on en conclura que c'eſt du gaz hydrogène pur; ſi elle eſt bleue, on aura lieu d'en conclure que ce gaz eſt carboné : enfin s'il brûle avec bruit & détonation, c'eſt un mêlange de gaz oxygène & de gaz hydrogène.

On peut encore mêler une portion du même gaz avec du gaz oxygène; s'il y a vapeurs rouges & abſorption, on conclura qu'il contient du gaz nitreux.

Ces connoiſſances préliminaires donnent bien une idée de la qualité du gaz & de la nature du mêlange; mais elles ne ſuffiſent pas pour déterminer les proportions & les quantités. Il faut alors avoir recours à toutes les reſſources de l'analyſe, & c'eſt beaucoup que de ſavoir à-peu-près dans quel ſens il faut diriger ſes efforts. Je ſuppoſe que l'on ait reconnu que le réſidu ſur lequel on opère ſoit un mêlange de gaz azote & de gaz oxygène : pour en reconnoître la proportion, on en fait paſſer une quantité déterminée, 100 parties par exemple, dans un tube gradué de 10 à 12 lignes de diamètre : on y introduit du ſulfure de potaſſe diſſous

dans l'eau, & on laiſſe le gaz en contact avec cette liqueur; elle abſorbe tout le gaz oxygène, & au bout de quelques jours il ne reſte que du gaz azote.

Si au contraire on a reconnu qu'on avoit affaire à du gaz hydrogène, on en fait paſſer une quantité déterminée dans un eudiomètre de Volta; on y joint une première portion de gaz oxygène, qu'on fait détoner avec lui par l'étincelle électrique: on ajoute une ſeconde portion du même gaz oxygène, & on fait détoner de nouveau, & ainſi juſqu'à ce qu'on ait obtenu la plus grande diminution poſſible de volume. Il ſe forme, comme on ſait, dans cette détonation, de l'eau qui eſt abſorbée ſur-le-champ; mais ſi le gaz hydrogène contenoit du carbone, il ſe forme en même temps de l'acide carbonique qui ne s'abſorbe pas auſſi promptement, & dont on peut reconnoître la quantité en facilitant ſon abſorption par l'agitation de l'eau.

Enfin ſi on a du gaz nitreux, on peut encore en déterminer la quantité, du moins à-peu-près, par une addition de gaz oxygène, & d'après la diminution du volume qui en réſulte.

Je m'en tiendrai à ces exemples généraux, qui ſuffiſent pour donner une idée de ce genre d'opérations. Un volume entier ne ſuffiroit pas,

ſi l'on vouloit prévoir tous les cas. L'analyſe des gaz eſt un art avec lequel il faut ſe familiariſer; mais comme ils ont la plûpart de l'affinité les uns avec les autres, il faut avouer qu'on n'eſt pas toujours sûr de les avoir complètement ſéparés. C'eſt alors qu'il faut changer de marche & de route, refaire d'autres expériences ſous une autre forme, introduire quelque nouvel agent dans la combinaiſon, en écarter d'autres, juſqu'à ce qu'on ſoit sûr d'avoir ſaiſi la vérité.

§. V.

Des corrections à faire au volume des Gaz obtenus dans les expériences, relativement à la pression de l'atmosphère.

C'eſt une vérité donnée par l'expérience, que les fluides élaſtiques en général ſont compreſſibles en raiſon des poids dont ils ſont chargés. Il eſt poſſible que cette loi ſouffre quelqu'altération aux approches du degré de compreſſion qui ſeroit ſuffiſant pour les réduire à l'état liquide, & de même à un degré de dilatation ou de compreſſion extrême : mais nous ne ſommes pas près de ces limites pour la plûpart des gaz que nous ſoumettons à des expériences.

Quand je dis que les fluides élaſtiques ſont compreſſibles

compreſſibles en raiſon des poids dont ils ſont chargés, voici comme il faut entendre cette propoſition.

Tout le monde ſait ce que c'eſt qu'un baromètre. C'eſt, à proprement parler, un ſiphon ABCD, *pl. XII*, *fig.* 16, plein de mercure dans la branche A B, plein d'air dans la branche BCD. Si l'on ſuppoſe mentalement cette branche BCD prolongée indéfiniment juſqu'au haut de notre atmoſphère, on verra clairement que le baromètre n'eſt autre choſe qu'une ſorte de balance, un inſtrument dans lequel on met une colonne de mercure en équilibre avec une colonne d'air. Mais il eſt facile de s'appercevoir que, pour que cet effet ait lieu, il eſt parfaitement inutile de prolonger la branche BCD à une auſſi grande hauteur, & que comme le baromètre eſt plongé dans l'air, la colonne A B de mercure ſera également en équilibre avec une colonne de même diamètre d'air de l'atmoſphère, quoique la branche du ſiphon B C D ſoit coupée en C & qu'on en retranche la partie C D.

La hauteur moyenne d'une colonne de mercure, capable de faire équilibre avec le poids d'une colonne d'air priſe depuis le haut de l'atmoſphère juſqu'à la ſurface de la terre, eſt de 28 pouces de mercure, du moins à Paris & même dans les quartiers bas de la ville; ce qui

ſignifie en d'autres termes que l'air à la ſurface de la terre à Paris, eſt communément preſſé par un poids égal à celui d'une colonne de mercure de 28 pouces de hauteur. C'eſt ce que j'ai voulu exprimer dans cet ouvrage, lorſque j'ai dit en parlant des différens gaz, par exemple du gaz oxygène, qu'il peſoit 1 once 4 gros le pied cube, ſous une preſſion de 28 pouces. La hauteur de cette colonne de mercure diminue à meſure que l'on s'élève & que l'on s'éloigne de la ſurface de la terre, ou, pour parler plus rigoureuſement, de la ligne de niveau formée par la ſurface de la mer; parce qu'il n'y a que la colonne d'air ſupérieure au baromètre qui faſſe équilibre avec le mercure, & que la preſſion de toute la quantité d'air qui eſt au-deſſous du niveau où il eſt placé, eſt nulle par rapport à lui.

Mais, ſuivant quelle loi le baromètre baiſſera-t-il à meſure que l'on s'élève; ou, ce qui revient au même, quelle eſt la loi ſuivant laquelle les différentes couches de l'atmoſphère décroiſſent de denſité? C'eſt ce qui a beaucoup exercé la ſagacité des Phyſiciens du dernier ſiècle. L'expérience ſuivante a d'abord jetté beaucoup de lumière ſur cet objet.

Si l'on prend un ſiphon de verre ABCDE, *planche XII, fig.* 17, fermé en E & ouvert

en A, & qu'on y introduise quelques gouttes de mercure pour intercepter la communication entre la branche AB & la branche BE, il est clair que l'air contenu dans la branche BCDE sera pressé comme tout l'air environnant par une colonne égale au poids de 28 pouces de mercure. Mais si on verse du mercure dans la branche AB, jusqu'à 28 pouces de hauteur, il est clair que l'air de la branche BCDE sera pressé par un poids égal à deux fois 28 pouces de mercure; or l'expérience a démontré qu'alors au lieu d'occuper le volume total BE, il n'occupera plus que celui CE qui en est précisément la moitié. Si à cette première colonne de 28 pouces de mercure, on en ajoute deux autres également de 28 pouces dans la branche AC, l'air de la branche BCDE sera comprimé par quatre colonnes chacune égale au poids de 28 pouces de mercure, & il n'occupera plus que l'espace DE, c'est-à-dire le quart du volume qu'il occupoit au commencement de l'expérience. De ces résultats qu'on peut varier d'une infinité de manières, on en a déduit cette loi générale qui paroît applicable à tous les fluides élastiques, que leur volume décroît proportionnellement aux poids dont ils sont chargés; ce qui peut aussi s'énoncer en ces termes, que *le volume de tout fluide élastique est en raison inverse*

des poids dont il est comprimé. Les expériences faites pour la mesure des hautes montagnes ont pleinement confirmé l'exactitude de ces résultats, & en supposant qu'ils s'écartent de la vérité, les différences sont si excessivement petites qu'elles peuvent être regardées comme rigoureusement nulles dans les expériences chimiques.

Cette loi de la compression des fluides élastiques une fois bien entendue, il est aisé d'en faire l'application aux corrections qu'il est indispensable de faire au volume des airs ou gaz dans les expériences pneumato-chimiques. Ces corrections sont de deux genres; les unes relatives à la variation du baromètre, les autres relatives à la colonne d'eau ou de mercure contenus dans les cloches. Je vais faire en sorte de me rendre intelligible par des exemples : je commencerai par le cas le plus simple.

Je suppose qu'on ait obtenu 100 pouces de gaz oxygène à 10 degrés de température, le baromètre marquant 28 pouces 6 lignes. On peut demander deux choses ; la première quel est le volume que les 100 pouces occuperoient sous une pression de 28 pouces, au lieu de 28 pouces 6 lignes ; la seconde quel est le poids des 100 pouces de gaz obtenus?

Pour répondre à ces deux questions, on nom-

mera x le nombre de pouces cubiques qu'occuperoient les 100 pouces de gaz oxygène, à la pression de 28 pouces; & puisque les volumes sont en raison inverse des poids comprimans, on aura $100,^{\text{pouces}} : x :: \frac{1}{285} : \frac{1}{280}$; d'où l'on déduit aisément $x = 101,785^{\text{pouces}}$. C'est-à-dire, que le même air qui n'occupoit qu'un espace de 100 pouces cubiques, sous une pression de 28 pouces 6 lignes de mercure, en occuperoit un de $101,786^{\text{pouces}}$, à la pression de 28. Il n'est pas plus difficile de conclure le poids des mêmes 100 pouces d'air, sous une pression de 28 pouces 6 lignes. Car puisqu'ils répondent à $101,786^{\text{pouces}}$, à la pression de 28 pouces, & qu'à cette pression & à 10 degrés du thermomètre, le pouce cube de gaz oxygène pèse un demi-grain; il s'ensuit évidemment que les 100 pouces, sous une pression de 28 pouces 6 lignes, pèsent $50,893^{\text{grains}}$. On auroit pu arriver directement à cette conséquence par le raisonnement qui suit: puisque les volumes de l'air, & en général d'un fluide élastique quelconque, sont en raison inverse des poids qui le compriment, il en résulte par une conséquence nécessaire que la pesanteur de ce même air doit croître proportionnellement au poids comprimant. Si donc, 100 pouces cubiques de gaz oxygène pèsent 50 grains, à la pression de 28 pouces, combien peseront-ils à la pression

de 28,5 pouces, on aura alors cette proportion; 28 : 50 :: 28,5 x : d'où l'on conclura également $x = 50,893$ grains.

Je paſſe à un cas un peu plus compliqué. Je ſuppoſe que la cloche A, *planche XII*, *fig.* 18, contienne un gaz quelconque dans ſa partie ſupérieure A C D; que le reſte de cette même cloche ſoit rempli de mercure au-deſſous de C D, & que le tout ſoit plongé dans un baſſin G H I K contenant du mercure juſqu'en E F. Enfin je ſuppoſe encore que la différence C E de la hauteur du mercure dans la cloche & dans le baſſin ſoit de 6 pouces, & que la hauteur du baromètre ſoit de 27 pouces 6 lignes. Il eſt clair que d'après ces données, l'air contenu dans la capacité A C D eſt preſſé par le poids de l'atmoſphère, diminué du poids de la colonne de mercure C E. La force qui le preſſe eſt donc égale à 27,5 pouces — 6, pouces = 21,5 pouces. Cet air eſt donc moins preſſé que ne l'eſt l'air de l'atmoſphère à la hauteur moyenne du baromètre : il occupe donc plus d'eſpace qu'il n'en devroit occuper, & la différence eſt préciſément proportionnelle à la différence des poids qui le compriment. Si donc après avoir meſuré l'eſpace A B C, on l'a trouvé, par exemple, de 120 pouces cubiques, il faudra, pour ramener le volume du gaz à celui qu'il

occuperoit, à une preſſion de 28 pouces, faire la proportion ſuivante : 120 pouces eſt au volume cherché que j'appellerai x, comme $\frac{1}{21,5}$ eſt à $\frac{1}{28}$; d'où l'on déduira $x = \frac{120 \times 21,5}{28} = 92,143^{\text{pouces}}$.

On a le choix dans ces ſortes de calculs, ou de réduire en lignes la hauteur du baromètre, ainſi que la différence du niveau du mercure en-dedans & en-dehors de la cloche, ou de l'exprimer en fractions décimales de pouces. Je préfère ce dernier parti, qui rend le calcul plus court & plus facile. On ne doit point négliger les méthodes d'abréviations pour les opérations qui ſe répètent ſouvent : j'ai joint en conſéquence à la ſuite de cette troiſième partie, ſous le N°. IV, une table qui exprime les fractions décimales de pouces correſpondantes aux lignes & fractions de lignes. Rien ne ſera plus aiſé, d'après cette table, que de réduire en fractions décimales de pouces les hauteurs du mercure qu'on aura obſervées en lignes.

On a des corrections ſemblables à faire lorſqu'on opère dans l'appareil pneumato-chimique à l'eau. Il faut également, pour obtenir des réſultats rigoureux, tenir compte de la différence de hauteur de l'eau en-dehors & en-

dedans de la cloche. Mais, comme c'eſt en pouces & lignes du baromètre, & par conſéquent en pouces & lignes de mercure, que s'exprime la preſſion de l'atmoſphère, & qu'on ne peut additionner enſemble que des quantités homogènes; on eſt obligé de réduire les différences de niveau exprimées en pouces & lignes d'eau, en une hauteur équivalente de mercure. On part, pour cette converſion, de cette donnée, que le mercure eſt 13,5681 fois auſſi peſant que l'eau. On trouve à la fin de cet Ouvrage ſous le N°. V, une table à l'aide de laquelle on peut faire promptement & facilement cette réduction.

§. V I.

Des corrections relatives aux différens degrés du Thermomètre.

De même que pour avoir le poids de l'air & des gaz, il eſt néceſſaire de les réduire à une preſſion conſtante, telle que celle de 28 pouces de mercure; de même auſſi il eſt néceſſaire de les réduire à une température déterminée: car puiſque les fluides élaſtiques ſont ſuſceptibles de ſe dilater par la chaleur & de ſe condenſer par le froid, il en réſulte néceſſairement qu'ils changent de denſité, & que

leur pesanteur n'est plus la même sous un volume donné. La température de 10 degrés étant moyenne entre les chaleurs de l'été & les froids de l'hiver, cette température étant celle des souterrains, & celle en même temps dont il est le plus facile de se rapprocher dans presque toutes les saisons de l'année, c'est celle que j'ai choisie pour y ramener les airs ou gaz.

M. de Luc a trouvé que l'air de l'atmosphère augmentoit de $\frac{1}{215}$ de son volume par chaque degré du thermomètre à mercure divisé en 81 degrés de la glace à l'eau bouillante; ce qui donne pour un degré du thermomètre à mercure divisé en 80 parties, $\frac{1}{211}$. Les expériences de M. Monge sembleroient annoncer que le gaz hydrogène est susceptible d'une dilatation un peu plus forte; il l'a trouvée de $\frac{1}{180}$. A l'égard de la dilatation des autres gaz, nous n'avons pas encore d'expériences très-exactes; celles du moins qui existent n'ont pas été publiées. Il paroît cependant, à en juger par les tentatives que l'on connoît, que leur dilatabilité s'éloigne peu de celle de l'air commun. Je crois donc pouvoir supposer que l'air de l'atmosphère se dilate de $\frac{1}{210}$ par chaque degré du thermomètre, & le gaz hydrogène de $\frac{1}{190}$: mais comme il reste quelque incertitude sur ces déterminations, il faut, autant qu'il est possible,

n'opérer qu'à une température peu éloignée de 10 degrés. Les erreurs qu'on peut alors commettre dans des corrections relatives au degré du thermomètre, ne sont d'aucune conséquence.

Le calcul à faire pour ces corrections est extrêmement facile; il consiste à diviser le volume de l'air obtenu par 210, & à multiplier le nombre trouvé par celui des degrés du thermomètre supérieur ou inférieur à dix degrés. Cette correction est négative au-dessus de dix degrés, & additive au dessous. Le résultat qu'on obtient est le volume réel de l'air à la température de dix degrés.

On abrège & on facilite beaucoup tous ces calculs, en employant des tables de logarithmes.

§. VII.

Modèle de calcul pour les Corrections relatives au degré de pression & de température.

Maintenant que j'ai indiqué la manière de déterminer le volume des airs ou gaz & de faire à ce volume les corrections relatives à la pression & à la température, il me reste à donner un exemple pris dans un cas compliqué, afin de mieux faire sentir l'usage des tables qui se trouvent à la fin de cet Ouvrage.

Exemple.

On a renfermé dans une cloche A, *pl. IV*, *figure 3*, une quantité d'air A E F, qui s'est trouvée occuper un volume de 353 pouces cubiques Cet air étoit contenu par de l'eau, & la hauteur EL de la colonne d'eau dans l'intérieur de la cloche étoit de 4 pouces & demi au-dessus du niveau de celle de la cuve; enfin le baromètre étoit à 27 pouces 9 lignes & demie, & le thermomètre à 15 degrés.

On a brûlé dans cet air une substance quelconque, tel que du phosphore, dont le résultat est l'acide phosphorique qui, loin d'être dans l'état de gaz, est au contraire dans l'état concret. L'air restant après la combustion occupoit un volume de 295 pouces; la hauteur de l'eau dans l'intérieur de la cloche, étoit de 7 pouces au-dessus de celle de la cuve, le baromètre à 27 pouces 9 lignes $\frac{1}{4}$, & le thermomètre à 16 degrés.

Il est question, d'après ces données, de déterminer quel est le volume de l'air avant & après la combustion, & d'en conclure le volume de la partie qui a été absorbée.

Calcul avant la combustion.

L'air contenu dans la cloche occupoit un volume de 353 pouces.

Mais il n'étoit pressé que par une colonne de 27 pouces 9 lignes $\frac{1}{2}$, ou en fractions décimales de pouces (*voyez* table, N°. IV.) de 27,79167 pouces.

Sur quoi il y a encore à déduire la différence de niveau de 4 pouces $\frac{1}{2}$ d'eau; ce qui répond en mercure (*voyez* la table, N°. V.) à 0,33166

La pression réelle dont cet air étoit chargé, n'étoit donc que de 27,46001

Le volume des fluides élastiques diminuant en général en raison inverse des poids qui les compriment, il est clair, d'après ce que nous avons dit plus haut, que pour avoir le volume des 353 pouces sous une pression de 28 pouces, il faudra dire:

$$353^{\text{pouces}} : x :: \frac{1}{27,46001} : \frac{1}{28}.$$

D'où l'on conclura:

$$x = \frac{353 \times 27,46001}{28} = 346,192^{\text{pouces}}.$$ C'est le volume qu'auroit occupé ce même air sous une pression de vingt-huit pouces. Le 210e de ce volume égale 1,650 pouces; ce qui donne pour les 5 degrés supérieurs au dixième degré du thermomètre, 8,255 pouces; & comme cette correction est soustractive, on en conclura que le

volume de l'air, toute correction faite, étoit avant la combustion de 337,942 pouces.

Calcul après la combustion.

En faisant le même calcul sur le volume de l'air après la combustion, on trouvera que la pression étoit alors de 27,77083 pouces — 0,51593 pouces = 27,25490 pouces. Ainsi, pour avoir le volume de l'air à 28 pouces de pression, il faudra multiplier 295 pouces, volume trouvé après la combustion, par 27,25490 pouces, & le diviser par 28; ce qui donnera pour le volume corrigé, 287,150 pouces.

Le 210e de ce volume est 1,368 pouces, qui, multiplié par six degrés, donne pour correction négative de la température, 8,208 pouces.

D'où il résulte que le volume de l'air, toutes corrections faites, étoit après la combustion de 278,942 pouces.

Résultat.

Le volume, toutes corrections faites, avant la combustion étoit de.	337,942 pouces.
Il étoit après la combustion de. .	278,942
Donc quantité d'air absorbé par la combustion du phosphore..	59,000

§. VIII.

De la manière de déterminer le poids absolu des différens Gaz.

Dans tout ce que je viens d'expofer fur la manière de mefurer le volume des gaz & d'y faire les corrections relatives au degré de preffion & de température, j'ai fuppofé qu'on en connoiffoit la pefanteur fpécifique, & qu'on pouvoit en conclure leur poids abfolu : il me reste à donner une idée des moyens par lefquels on peut parvenir à cette connoiffance.

On a un grand ballon A, *planc. V, fig. 10*, dont la capacité doit être d'un demi-pied cube, c'eft-à-dire, de 17 à 18 pintes au moins ; on y maftique une virole de cuivre *b c d e*, à laquelle s'adapte à vis en *d e*, une platine à laquelle tient un robinet *f g*. Enfin le tout fe viffe, au moyen d'un double écrou repréfenté, *figure 12*, fur une cloche B C D, dont la capacité doit être de quelques pintes plus grande que celle du ballon. Cette cloche eft ouverte par le haut, & fa tubulure eft garnie d'une virole de cuivre *h i*, & d'un robinet *l m* ; un de ces robinets eft repréfenté féparément, *figure 11*.

La première opération à faire eft de déterminer la capacité de ce ballon ; on y parvient

en l'empliſſant d'eau, & en le peſant pour en connoître la quantité. Enſuite on vide l'eau, & on sèche le ballon en y introduiſant un linge par l'ouverture *de*; les derniers veſtiges d'humidité diſparoiſſent d'ailleurs, lorſqu'on a fait une ou deux fois le vide dans le ballon.

Quand on veut déterminer la peſanteur d'un gaz, on viſſe le ballon A ſur la platine de la machine pneumatique, au-deſſous du robinet *fg*. On ouvre ce même robinet, & on fait le vide du mieux qu'il eſt poſſible, ayant grand ſoin d'obſerver la hauteur à laquelle deſcend le baromètre d'épreuve. Le vide fait, on referme le robinet, on pèſe le ballon avec une ſcrupuleuſe exactitude, après quoi on le reviſſe ſur la cloche B C D, qu'on ſuppoſe placée ſur la tablette de la cuve A B C D, *même planche*, *figure* 1. On fait paſſer dans cette cloche le gaz qu'on veut peſer; puis ouvrant le robinet *fg* & le robinet *l m*, le gaz contenu dans la cloche paſſe dans le ballon A: en même temps l'eau remonte dans la cloche B C D. Il eſt néceſſaire, ſi l'on veut éviter une correction embarraſſante, d'enfoncer la cloche dans la cuve juſqu'à ce que le niveau de l'eau extérieure concoure avec celui de l'eau contenue dans l'intérieur de la cloche. Alors on ferme les robinets, on déviſſe le ballon & on le repèſe. Le poids, déduction faite de celui

du ballon vide, donne la pesanteur du volume d'air ou de gaz qu'il contient. En multipliant ce poids par 1728 pouces, & divisant le produit par un nombre de pouces cubes égal à la capacité du ballon, on a le poids du pied cube du gaz mis en expérience.

Il est nécessaire de tenir compte dans ces déterminations de la hauteur du baromètre & du degré du thermomètre; après quoi rien n'est plus aisé que de ramener le poids du pied cube qu'on a trouvé à celui qu'auroit eu le même gaz à 28 pouces de pression & à 10 degrés du thermomètre. J'ai donné dans le paragraphe précédent le détail des calculs qu'exige cette opération.

Il ne faut pas négliger non plus de tenir compte de la petite portion d'air restée dans le ballon, quand on a fait le vide; portion qu'il est facile d'évaluer, d'après la hauteur à laquelle s'est soutenu le baromètre d'épreuve. Si cette hauteur étoit, par exemple, d'un centième de la hauteur totale du baromètre, il en faudroit conclure qu'il est resté un centième d'air dans le ballon, & le volume du gaz qui y avoit été introduit ne seroit plus que des $\frac{99}{100}$ du volume total du ballon.

CHAPITRE

CHAPITRE III.

Des Appareils relatifs à la mesure du Calorique.

Description du Calorimètre.

L'APPAREIL dont je vais essayer de donner une idée a été décrit dans un mémoire que nous avons publié M. de la Place & moi dans le recueil de l'Académie, année 1780, page 355. C'est de ce mémoire que sera extrait tout ce que contient cet article.

Si après avoir refroidi un corps quelconque à zéro du thermomètre, on l'expose dans une atmosphère, dont la température soit de 25 degrés au-dessus du terme de la congélation, il s'échauffera insensiblement depuis sa surface jusqu'à son centre, & se rapprochera peu-à-peu de la température de 25 degrés qui est celle du fluide environnant.

Il n'en sera pas de même d'une masse de glace qu'on auroit placée dans la même atmosphère; elle ne se rapprochera nullement de la température de l'air ambiant, mais elle restera constamment à zéro de température, c'est-à-dire, à la glace

fondante, & ce, jufqu'à ce que le dernier atôme de glace foit fondu.

La raifon de ce phénomène eft facile à concevoir : il faut pour fondre de la glace, & pour la convertir en eau, qu'il s'y combine une certaine proportion de calorique. En conféquence, tout le calorique des corps environnans s'arrête à la furface de la glace où il eft employé à la fondre : cette première couche fondue, la nouvelle quantité de calorique qui furvient en fond une feconde, & elle fe combine également avec elle pour la convertir en eau, & ainfi fucceffivement de furfaces en furfaces, jufqu'au dernier atôme de glace qui fera encore à zéro du thermomètre, parce que le calorique n'aura pas encore pu y pénétrer.

Que l'on imagine d'après cela une fphère de glace creufe, à la température de zéro degré du thermomètre ; que l'on place cette fphère de glace dans une atmofphère, dont la température foit, par exemple, de 10 degrés au-deffus de la congélation, & qu'on place dans fon intérieur un corps échauffé d'un nombre de degrés quelconques : il fuit de ce qu'on vient d'expofer deux conféquences ; 1°. que la chaleur extérieure ne pénétrera pas dans l'intérieur de la fphère ; 2°. que la chaleur d'un corps placé dans fon intérieur ne fe perdra pas

non plus au-dehors ; mais qu'elle s'arrêtera à la ſurface intérieure de la cavité, où elle ſera continuellement employée à fondre de nouvelles couches de glace, juſqu'à ce que la température du corps ſoit parvenue à zéro du thermomètre.

Si on recueille avec ſoin l'eau qui ſe ſera formée dans l'intérieur de la ſphère de glace, lorſque la température du corps placé dans ſon intérieur ſera parvenue à zéro du thermomètre, ſon poids ſera exactement proportionnel à la quantité de calorique que ce corps aura perdue, en paſſant de ſa température primitive à celle de la glace fondante ; car il eſt clair qu'une quantité double de calorique doit fondre une quantité double de glace ; en ſorte que la quantité de glace fondue eſt une meſure très-préciſe de la quantité de calorique employée à produire cet effet.

On n'a conſidéré ce qui ſe paſſoit dans une ſphère de glace que pour mieux faire entendre la méthode que nous avons employée dans ce genre d'expériences, dont la première idée appartient à M. de la Place. Il ſeroit difficile de ſe procurer de ſemblables ſphères, & elles auroient beaucoup d'inconvéniens dans la pratique ; mais nous y avons ſuppléé au moyen de l'appareil ſuivant, auquel je donnerai le nom de

calorimètre. Je conviens que c'eſt s'expoſer à une critique, juſqu'à un certain point fondée, que de réunir ainſi deux dénominations, l'une dérivée du latin, l'autre dérivée du grec; mais j'ai cru qu'en matière de ſcience on pouvoit ſe permettre moins de pureté dans le langage, pour obtenir plus de clarté dans les idées; & en effet je n'aurois pu employer un mot composé entièrement tiré du grec, ſans trop me rapprocher du nom d'autres inſtrumens connus, & qui ont un uſage & un but tout différent.

La figure première de la planche VI repréſente le calorimètre vu en perſpective. La figure 2 de la même planche repréſente ſa coupe horiſontale, & la figure 3 une coupe verticale qui laiſſe voir tout ſon intérieur. Sa capacité eſt diviſée en trois parties; pour mieux me faire entendre, je les diſtinguerai par les noms de *capacité intérieure*, *capacité moyenne*, & *capacité extérieure*. La capacité intérieure *ffff*, *fig.* 3, *pl. VI*, eſt formée d'un grillage de fil de fer, ſoutenu par quelques montans du même métal; c'eſt dans cette capacité que l'on place les corps ſoumis à l'expérience: ſa partie ſupérieure L M ſe ferme au moyen d'un couvercle G H repréſenté ſéparément, *figure* 4. Il eſt entièrement ouvert par-deſſus, & le

deſſous eſt formé d'un grillage de fil de fer.

La capacité moyenne *b b b b b*, *figure* 2 & 3, eſt deſtinée à contenir la glace qui doit environner la capacité intérieure, & que doit fondre le calorique du corps mis en expérience : cette glace eſt ſupportée & retenue par une grille *m m* ſous laquelle eſt un tamis *n n*; l'un & l'autre ſont repréſentés ſéparément, *figures* 5 & 6. A meſure que la glace eſt fondue par le calorique qui ſe dégage du corps placé dans la capacité intérieure, l'eau coule à travers la grille & le tamis ; elle tombe enſuite le long du cône *c c d*, *figure* 3, & du tuyau *x y*, & ſe raſſemble dans le vaſe F, *figure* 1, placé au-deſſous de la machine ; *u* eſt un robinet au moyen duquel on peut arrêter à volonté l'écoulement de l'eau intérieure. Enfin la capacité extérieure *a a a a*, *figures* 2 & 3, eſt deſtinée à recevoir la glace qui doit arrêter l'effet de la chaleur de l'air extérieur & des corps environnans : l'eau que produit la fonte de cette glace, coule le long du tuyau *s* T que l'on peut ouvrir ou fermer au moyen du robinet *r*. Toute la machine eſt recouverte par le couvercle F F, *figure* 7, entièrement ouvert dans ſa partie ſupérieure, & fermé dans ſa partie inférieure ; elle eſt compoſée de fer-blanc peint à l'huile pour le garantir de la rouille.

Pour mettre le calorimètre en expérience, on remplit de glace pilée la capacité moyenne *bbbbb*, & le couvercle G H de la capacité intérieure, la capacité extérieure *a a a a*, & le couvercle F F, *figure* 7, de toute la machine. On la presse fortement pour qu'il ne reste point de parties vides, puis on laisse égouter la glace intérieure; après quoi on ouvre la machine pour y placer le corps que l'on veut mettre en expérience, & on la referme sur le champ. On attend que le corps soit entièrement refroidi, & que la glace qui a fondu soit suffisamment égoutée; ensuite on pèse l'eau qui s'est rassemblée dans le vase F, *figure* 1: son poids est une mesure exacte de la quantité de calorique dégagée du corps, pendant qu'il s'est refroidi; car il est visible que ce corps est dans la même position qu'au centre de la sphère dont nous venons de parler, puisque tout le calorique qui s'en dégage est arrêté par la glace intérieure, & que cette glace est garantie de l'impression de toute autre chaleur, par la glace renfermée dans le couvercle & dans la capacité extérieure.

Les expériences de ce genre durent quinze, dix-huit & vingt heures; quelquefois pour les accélérer, on place de la glace bien égoutée dans la capacité intérieure, & on en couvre les corps que l'on veut refroidir.

La figure 8 repréfente un feau de tôle deftiné à recevoir les corps fur lefquels on veut opérer; il eft garni d'un couvercle percé dans fon milieu, & fermé avec un bouchon de liége, traverfé par le tube d'un petit thermomètre.

La figure 9 de la même planche repréfente un matras de verre dont le bouchon eft également traverfé par le tube d'un petit thermomètre, dont la boule & une partie du tube plonge dans la liqueur; il faut fe fervir de femblables matras toutes les fois que l'on opère fur les acides, & en général fur les fubftances qui peuvent avoir quelque action fur les métaux.

R S, *figure 10*, eft un petit cylindre creux que l'on place au fond de la capacité intérieure pour foutenir les matras.

Il eft effentiel que dans cette machine, il n'y ait aucune communication entre la capacité moyenne & la capacité extérieure; ce que l'on éprouvera facilement en rempliffant d'eau la capacité extérieure. S'il exiftoit une communication entre ces capacités, la glace fondue par l'atmofphère dont la chaleur agit fur l'enveloppe de la capacité extérieure, pourroit paffer dans la capacité moyenne, & alors l'eau qui s'écouleroit de cette dernière capacité, ne feroit plus la mefure du calorique perdu par le corps mis en expérience.

Lorſque la température de l'atmoſphère n'eſt que de quelques degrés au-deſſus de zero, ſa chaleur ne peut parvenir que très-difficilement juſque dans la capacité moyenne, puiſqu'elle eſt arrêtée par la glace du couvercle & de la capacité extérieure; mais ſi la température extérieure étoit au-deſſous de zéro, l'atmoſphère pourroit refroidir la glace intérieure; il eſt donc eſſentiel d'opérer dans une atmoſphère dont la température ne ſoit pas au-deſſous de zéro: ainſi dans un temps de gelée, il faudra renfermer la machine dans un appartement dont on aura ſoin d'échauffer l'intérieur. Il eſt encore néceſſaire que la glace dont on fait uſage, ne ſoit pas au-deſſous de zéro; ſi elle étoit dans ce cas; il faudroit la piler, l'étendre par couches fort minces, & la tenir ainſi pendant quelque temps dans un lieu dont la température fût au-deſſus de zéro.

La glace intérieure retient toujours une petite quantité d'eau qui adhère à ſa ſurface, & l'on pourroit croire que cette eau doit entrer dans le réſultat des expériences: mais il faut obſerver qu'au commencement de chaque expérience, la glace eſt déjà imbibée de toute la quantité d'eau qu'elle peut ainſi retenir; en ſorte que ſi une petite partie de la glace fondue, par le corps, reſte adhérente à la glace intérieure, la même

quantité, à très-peu près, d'eau primitivement adhérente à la surface de la glace, doit s'en détacher & couler dans le vase : car la surface de la glace intérieure change extrêmement peu dans l'expérience.

Quelques précautions que nous ayons prises, il nous a été impossible d'empêcher l'air extérieur de pénétrer dans la capacité intérieure, lorsque la température étoit à 9 ou 10 degrés au-dessus de la congélation. L'air renfermé dans cette capacité étant alors spécifiquement plus pesant que l'air extérieur, il s'écoule par le tuyau *x y*, *figure* 3, & il est remplacé par l'air extérieur qui entre dans le calorimètre, & qui dépose une partie de son calorique sur la glace intérieure; il s'établit ainsi dans la machine un courant d'air d'autant plus rapide, que la température extérieure est plus élevée, ce qui fond continuellement une portion de la glace intérieure; on peut arrêter en grande partie l'effet de ce courant, en fermant le robinet; mais il vaut beaucoup mieux n'opérer que lorsque la température extérieure ne surpasse pas 3 ou 4 degrés; car nous avons observé qu'alors la fonte de la glace intérieure, occasionnée par l'atmosphère, est insensible, en sorte que nous pouvons, à cette température, répondre de l'exactitude de nos expériences sur les chaleurs spécifiques des corps, à un quarantième près.

Nous avons fait conſtruire deux machines pareilles à celle que je viens de décrire; l'une d'elles eſt deſtinée aux expériences, dans leſquelles il n'eſt pas néceſſaire de renouveller l'air intérieur; l'autre machine ſert aux expériences dans leſquelles le renouvellement de l'air eſt indiſpenſable, telles que celles de la combuſtion & de la reſpiration : cette ſeconde machine ne diffère de la première, qu'en ce que les deux couvercles ſont percés de deux trous à travers leſquels paſſent deux petits tuyaux qui ſervent de communication entre l'air intérieur & l'air extérieur; on peut par leur moyen ſouffler de l'air atmoſphérique dans l'intérieur du calorimètre pour y entretenir des combuſtions.

Rien n'eſt plus ſimple avec cet inſtrument que de déterminer les phénomènes qui ont lieu dans les opérations où il y a dégagement, ou même abſorption de calorique. Veut-on, par exemple, connoître ce qui ſe dégage de calorique d'un corps ſolide, lorſqu'il ſe refroidit d'un certain nombre de degrés? On élève ſa température à 80 degrés, par exemple, puis on le place dans la capacité intérieure *ffff* du calorimètre, *figure 2 & 3, planche VI*, & on l'y laiſſe aſſez long-temps pour être aſſuré que ſa température eſt revenue à zéro du thermomètre : on recueille l'eau qui a été pro-

duite par la force de la glace, pendant son refroidissement; cette quantité d'eau divisée par le produit de la masse du corps & du nombre de degrés dont sa température primitive étoit au-dessus de zéro, sera proportionnelle à ce que les physiciens anglais ont nommé *chaleur spécifique*.

Quant aux fluides, on les renferme dans des vases de matière quelconque, dont on a préalablement déterminé la chaleur spécifique : on opère ensuite de la même manière que pour les solides, en observant seulement de déduire de la quantité totale d'eau qui a coulé, celle due au refroidissement du vase qui contenoit le fluide.

Veut-on connoître la quantité de calorique qui se dégage de la combinaison de plusieurs substances? on les amenera toutes à la température zéro, en les tenant un temps suffisant dans de la glace pilée; ensuite on en fera le mélange dans l'intérieur du calorimètre, dans un vase également à zéro, & on aura soin de les y conserver jusqu'à ce qu'elles soient revenues à la température zéro; la quantité d'eau recueillie sera la mesure du calorique qui se sera dégagé par l'effet de la combinaison.

La détermination des quantités de calorique qui se dégagent dans les combustions & dans

la respiration des animaux, n'offre pas plus de difficulté : on brûle les corps combustibles dans la capacité intérieure du calorimètre ; on y laisse respirer des animaux, tels que des cochons d'inde qui résistent assez bien au froid, & on recueille l'eau qui coule ; mais comme le renouvellement de l'air est indispensable dans ce genre d'opérations, il est nécessaire de faire arriver continuellement de nouvel air dans l'intérieur du calorimètre par un petit tuyau destiné à cet objet, & de le faire ressortir par un autre tuyau : mais pour que l'introduction de cet air ne cause aucune erreur dans les résultats, on fait passer le tuyau qui doit l'amener à travers de la glace pilée, afin qu'il arrive dans le calorimètre, à la température zéro. Le tuyau de sortie de l'air doit également traverser de la glace pilée, mais cette dernière portion de glace doit être comprise dans l'intérieur de la capacité *ffff* du calorimètre, & l'eau qui en découle doit faire partie de celle que l'on recueille, parce que le calorique que contenoit l'air avant de sortir fait partie du produit de l'expérience.

La recherche de la quantité de calorique spécifique contenue dans les différens gaz, est un peu plus difficile à cause de leur peu de densité ; car si on se contentoit de les renfermer dans des vases comme les autres fluides, la quantité de glace

fondue seroit si peu considérable que le résultat de l'expérience seroit au moins très-incertain. Nous avons employé pour ce genre d'expériences deux espèces de serpentins ou tuyaux métalliques roulés en spirales. Le premier contenu dans un vase rempli d'eau bouillante servoit à échauffer l'air avant qu'il parvînt au calorimètre ; le second étoit renfermé dans la capacité intérieure *ffff* de cet instrument. Un thermomètre adapté à une des extrémités de ce dernier serpentin, indiquoit la chaleur de l'air ou du gaz qui entroit dans la machine ; un thermomètre adapté à l'autre extrémité du même serpentin indiquoit la chaleur du gaz ou de l'air à sa sortie. Nous avons été ainsi à portée de déterminer ce qu'une masse quelconque de différens airs ou gaz fondoit de glace en se refroidissant d'un certain nombre de degrés, & d'en déterminer le calorique spécifique. Le même procédé, avec quelques précautions particulières, peut être employé pour connoître la quantité de calorique qui se dégage dans la condensation des vapeurs de différens liquides.

Les différentes expériences que l'on peut faire avec le calorimètre, ne conduisent point à des résultats absolus ; elles ne donnent que des quantités relatives : il étoit donc question de choisir une unité qui pût former le premier degré d'une échelle avec laquelle on pût exprimer tous les

autres résultats. La quantité de calorique nécessaire pour fondre une livre de glace, nous a fourni cette unité : or pour fondre une livre de glace, il faut une livre d'eau élevée à 60 degrés de thermomètre à mercure divisé en 80 parties, de la glace à l'eau bouillante ; la quantité de calorique qu'exprime notre unité, est donc celle nécessaire pour élever l'eau de zéro à 60 degrés.

Cette unité déterminée, il n'est plus question que d'exprimer en valeurs analogues les quantités de calorique qui se dégagent des différens corps, en se refroidissant, d'un certain nombre de degrés, & voici le calcul simple par le moyen duquel on y parvient : je l'applique à une de nos premières expériences.

Nous avons pris des morceaux de tôl coupé par bandes & roulés, qui pesoient ensemble 7 liv. 11 onces 2 gros 36 grains, c'est-à-dire, en fractions décimales de livres, $7,^{\text{livres}}7070319$. Nous avons échauffé cette masse dans un bain d'eau bouillante, dans laquelle elle a pris environ 78 degrés de chaleur ; & l'ayant tirée de l'eau prestement, nous l'avons introduite dans la capacité intérieure du calorimètre. Au bout de onze heures, lorsque l'eau produite par la fonte de la glace intérieure a été suffisamment égoutée, la quantité s'en est trouvée de 1 livre 1 once 5 gros 4 grains $= 1,^{\text{livre}}109795$. Maintenant je puis dire

si le calorique dégagé de la tôle par un refroidissement de 78 degrés, a fondu 1,109795 livre de glace, combien un refroidissement de 60 degrés auroit-il produit ; ce qui donne 78 : 1,109795 : : 60 : x = 0,85369 livre. Enfin divisant cette quantité par le nombre de livres de tôle employée, c'est-à-dire par 7,7070319 livres, on aura pour la quantité de glace que pourra faire fondre 1 livre de tôle en se refroidissant de 60 degrés à zéro, 0,110770 livre. Le même calcul s'applique à tous les corps solides.

A l'égard des fluides, tels que l'acide sulfurique, l'acide nitrique, &c. on les renferme dans un matras représenté *planche VI*, *figure* 9. Il est bouché avec un bouchon de liége traversé par un thermomètre dont la boule plonge dans la liqueur. On place ce vaisseau dans un bain d'eau bouillante ; & lorsque d'après le thermomètre on juge que la liqueur est élevée à un degré de chaleur convenable, on retire le matras & on le place dans le calorimètre. On fait le calcul comme ci-dessus, en ayant soin cependant de déduire de la quantité d'eau obtenue, celle que le vase de verre auroit seul produite, & qu'il est en conséquence nécessaire d'avoir déterminée par une expérience préalable. Je ne

donne point ici le tableau des résultats que nous avons obtenus, parce qu'il n'eſt pas encore aſſez complet, & que différentes circonſtances ont ſuſpendu la ſuite de ce travail. Nous ne le perdons cependant pas de vue, & il n'y a point d'hiver que nous ne nous en ſoyons plus ou moins occupés.

CHAPITRE

CHAPITRE IV.

Des opérations purement mécaniques qui ont pour objet de diviser les corps.

§. PREMIER.

De la Trituration, de la Porphirisation, & de la Pulvérisation.

LA trituration, la porphirifation & la pulvérifation ne font, à proprement parler, que des opérations mécaniques préliminaires, dont l'objet eft de divifer, de féparer les molécules des corps, & de les réduire en particules très-fines. Mais quelque loin qu'on puiffe porter ces opérations, elles ne peuvent jamais réfoudre un corps en fes molécules primitives & élémentaires : elles ne rompent pas même, à proprement parler, fon aggrégation; en forte que chaque molécule après la trituration & la porphirifation, forme encore un tout femblable à la maffe originaire qu'on avoit eu pour objet de divifer, à la différence des opérations vraiment chimiques, telles, par exemple, que la diffolution qui détruit l'aggrégation du corps, & écarte les unes

des autres les molécules constitutives & intégrantes qui le composent.

Toutes les fois qu'il est question de diviser des corps fragiles & cassans, on se sert pour cette opération de mortiers & de pilons *figures* 1, 2, 3, 4 & 5, *planche I.* Ces mortiers sont ou de fonte de cuivre & de fer comme celui représenté, *figure* 1; ou de marbre & de granit, comme celui représenté, *figure* 2; ou de bois de gayac, comme celui représenté, *figure* 3; ou de verre, comme celui représenté, *figure* 4; ou d'agathe, comme celui représenté, *figure* 5 : enfin on en fait aussi de porcelaine, comme celui représenté, *figure* 6. Les pilons dont on se sert pour triturer les corps sont aussi de différentes matières. Ils sont de fer ou de cuivre forgé, comme dans la figure première ; de bois, comme dans les figures 2 & 3 ; enfin de verre, de porcelaine ou d'agathe, suivant la nature des objets qu'on veut triturer. Il est nécessaire d'avoir dans un laboratoire, un assortiment de ces instrumens de différente grandeur. Les mortiers de porcelaine, & sur-tout ceux de verre, ne peuvent pas être employés à la trituration proprement dite, & ils seroient bientôt en pièces si on frappoit dedans, sans précaution, à coups redoublés. C'est en tournant le pilon dans le mortier, en froissant avec adresse

& dextérité les molécules entre le pilon & les parois du mortier qu'on parvient à opérer la division.

La forme des mortiers n'est point indifférente; le fond en doit être arrondi, & l'inclinaison des parois latérales doit être telle que les matières en poudre retombent d'elles-mêmes quand on relève le pilon : un mortier trop plat seroit donc défectueux, la matière ne retomberoit & ne se retourneroit pas. Des parois trop inclinées présenteroient un autte inconvénient, elles rameneroient une trop grande quantité de la matière à pulvériser sous le pilon, elle ne seroit plus alors froissée & serrée entre deux corps durs, & la trop grande épaisseur interposée nuiroit à la pulvérisation.

Par une suite du même principe, il ne faut pas mettre dans le mortier une trop grande quantité de matière; il faut sur-tout, autant qu'on le peut, se débarrasser de temps-en-temps des molécules qui sont déjà pulvérisées, & c'est ce qu'on opère par le tamisage, autre opération dont il va être bientôt question. Sans cette précaution on employeroit une force inutile, & on perdroit du temps à diviser davantage ce qui l'étoit suffisamment, tandis qu'on n'acheveroit pas de pulvériser ce qui ne l'est pas assez. En effet, la portion de matière divisée nuit à la

trituration de celle qui ne l'eſt pas; elle s'interpoſe entre le pilon & le mortier, & amortit l'effet du coup.

La porphiriſation a reçu ſa dénomination du nom de la matière ſur laquelle elle s'opère. Le plus communément on a une table plate de porphire ou d'une autre pierre du même degré de dureté A B C D, *planche I*, *fig.* 7, ſur laquelle on étend la matière qu'on ſe propoſe de diviſer; on la froiſſe enſuite & on la broye en promenant ſur le porphire une molette M, d'une pierre du même degré de dureté. La partie de la molette qui porte ſur le porphire, ne doit pas être parfaitement plane: ſa ſurface doit être une portion de ſphère d'un très-grand rayon; autrement quand on promeneroit la molette ſur le porphire, la matière ſe rangeroit tout autour du cercle qu'elle auroit décrit, ſans qu'aucune portion s'engageât entre deux, & il n'y auroit pas de porphiriſation. On eſt par la même raiſon obligé de faire retailler de temps en temps les molettes, qui tendent à devenir planes, à meſure qu'on s'en ſert. L'effet de la molette étant d'écarter continuellement la matière & de la porter vers les extrémités de la table de porphire, on eſt obligé de la ramener ſouvent & de l'accumuler au centre: on ſe ſert à cet

effet d'un couteau de fer, de corne ou d'ivoire, dont la lame doit être très-mince.

Dans les travaux en grand on préfère, pour opérer le broyement, l'usage de grandes meules de pierres dures qui tournent l'une sur l'autre, ou bien d'une meule verticale qui roule sur une meule horizontale. Dans tous ces cas, on est souvent obligé d'humecter légèrement la matière, dans la crainte qu'elle ne s'élève en poussière.

Ces trois manières de réduire les corps en poudre, ne conviennent pas à toutes les matières : il en est qu'on ne peut parvenir à diviser, ni au pilon, ni au porphire, ni à la meule; telles sont les matières très-fibreuses, comme le bois; telles sont celles qui ont une forte de ténacité & d'élasticité, comme la corne des animaux, la gomme élastique, &c. tels sont enfin les métaux ductiles & malléables, qui s'applatissent sous le pilon au lieu de s'y réduire en poudre.

On se sert pour les bois de grosses limes connues sous le nom de rapes à bois *pl. I, fig.* 8. On se sert pour la corne de limes un peu plus fines; enfin on emploie pour les métaux des limes encore plus fines, telles sont celles représentées *figures 9 & 10.*

Il est quelques substances métalliques qui ne

sont ni assez cassantes pour être mises en poudre par trituration, ni assez dures pour pouvoir être limées commodément. Le zinc est dans ce cas ; sa demi-malléabilité empêche qu'on ne puisse le pulvériser au mortier : si on le lime, il empâte la lime, il en remplit les interstices, & bientôt elle n'a presque plus d'action. Il y a une manière simple pour réduire le zinc en poudre, c'est de le piler chaud dans un mortier de fonte de fer également chaud ; il s'y triture alors aisément. On peut encore le rendre cassant, en le fondant avec un peu de mercure. Les artificiers qui emploient le zinc pour faire des feux bleus, ont recours à l'un de ces deux moyens. Quand on n'a pas pour objet de mettre les métaux dans un très-grand état de division, on peut les réduire en grenailles en les coulant dans de l'eau.

Enfin il y a un dernier moyen de diviser, qu'on employe pour les matières à la fois pulpeuses & fibreuses, telles que les fruits, les pommes de terre, les racines, &c. On les promène sur une rape, *planche I, fig.* 11, en donnant un certain degré de pression, & on parvient ainsi à les réduire en pulpe. Tout le monde connoît la rape, & il feroit superflu d'en donner une description plus étendue.

On conçoit que le choix des matières avec lesquelles on opère la trituration, n'est point indifférent : on doit bannir le cuivre de tout ce qui a rapport aux alimens, à la pharmacie, &c. Les mortiers de marbre ou ceux de matières métalliques ne peuvent être employés pour triturer les matières acides ; c'est ce qui fait que les mortiers de bois très-dur, tel que le gayac & ceux de verre, de porcelaine & de granit, sont d'une grande commodité dans un laboratoire.

§. I I.

Du Tamisage & du Lavage.

De quelque moyen mécanique qu'on se serve pour diviser les corps, on ne peut parvenir à donner le même degré de finesse à toutes leurs parties. La poudre qu'on obtient de la plus longue & de la plus exacte trituration, est toujours un assemblage & un mélange de molécules de différentes grosseurs. On parvient à se débarrasser des plus grossières, & à n'avoir qu'une poudre beaucoup plus homogène, en employant des tamis, *figures 12, 13, 14 & 15, planche I*, dont la grandeur de la maille soit proportionnée à la grosseur des molécules qu'on se propose d'obtenir : tout ce qui est supérieur

en grosseur aux dimensions de la maille, reste sur le tamis, & on le repasse au pilon.

On voit deux de ces tamis représentés *figures 12 & 13*. L'un, *fig. 12*, est de crin ou de soie; l'autre, *fig. 13*, est de peau dans laquelle on a fait des trous ronds avec un emporte-pièce: ce dernier est en usage dans l'art de fabriquer la poudre à canon & la poudre de chasse. Lorsqu'on est obligé de tamiser des matières très-légères, très-précieuses & qui se dispersent aisément; ou bien lorsque répandues dans l'air elles peuvent être nuisibles à ceux qui les respirent, on se sert de tamis composés de trois pièces, *fig. 14 & 15*; savoir d'un tamis proprement dit A B C D, *fig.* 15; d'un couvercle EF, & d'un fond G H : on voit ces trois parties assemblées, *fig.* 14.

Il est un autre moyen plus exact que la tamisage, d'obtenir des poudres de grosseur uniforme, c'est le lavage; mais il n'est praticable qu'à l'égard des matières qui ne sont point susceptibles d'être attaquées & altérées par l'eau. On délaye & on agite dans l'eau ou dans quelque autre liqueur les matières broyées qu'on veut obtenir en poudre de grosseur homogène; on laisse reposer un moment la liqueur, puis on la décante encore trouble; les parties les plus grossières restent au fond du vase. On décante une seconde fois, & on a un second dépôt moins grossier

que le premier. On décante une troisième fois pour obtenir un troisième dépôt, qui est au second pour la finesse ce que le second est au premier. On continue cette manœuvre jusqu'à ce que l'eau soit éclaircie; & la poudre grossière & inégale qu'on avoit originairement, se trouve séparée en une suite de dépôts, qui chacun en particulier, sont d'un degré de finesse à-peu-près homogène.

Le même moyen, le lavage, ne s'employe pas seulement pour séparer les unes des autres les molécules de matières homogènes, & qui ne diffèrent que par leur degré plus ou moins grand de division; il fournit une ressource non moins utile pour séparer des matières du même degré de finesse, mais dont la pesanteur spécifique est différente: c'est principalement dans le travail des mines qu'on fait usage de ce moyen.

On se sert pour le lavage dans les laboratoires, de vaisseaux de différentes formes, de terrines de grès, de bocaux de verre, &c. quelquefois pour décanter la liqueur sans troubler le dépôt qui s'est formé, on emploie le siphon. Cet instrument consiste en un tube de verre A B C, *planche II*, *fig.* 11, recourbé en B, & dont la branche B C doit être plus longue de quelques pouces que celle A B. Pour n'être point

obligé de le tenir à la main, ce qui pourroit être fatiguant dans quelques expériences, on le passe dans un trou pratiqué au milieu d'une petite planche DE. L'extrêmité A du siphon doit être plongée dans la liqueur du bocal FG, à la profondeur jusqu'à laquelle on se propose de vider le vase.

D'après les principes hydrostatiques sur lesquels est fondé l'effet du siphon, la liqueur ne peut y couler qu'autant qu'on a chassé l'air contenu dans son intérieur : c'est ce qui se pratique au moyen d'un petit tube de verre HI, soudé hermétiquement à la branche B C. Lors donc qu'on veut procurer par le moyen du siphon l'écoulement de la liqueur du vase F G dans celui LM, on commence par boucher avec le bout du doigt l'extrêmité C de la branche BC du siphon ; puis on suce avec la bouche, jusqu'à ce qu'on ait retiré tout l'air du tube & qu'il ait été remplacé par la liqueur : alors on ôte le doigt, la liqueur coule & continue à passer du vase FG dans celui L M.

§. III.

De la Filtration.

On vient de voir que le tamisage étoit une opération par laquelle on séparoit les unes des

autres des molécules de différentes grosseurs ; que les plus fines passoient à travers le tamis, tandis que les plus grossières restoient dessus.

Le filtre n'est autre chose qu'un tamis très-fin & très-serré, à travers lequel les parties solides, quelque divisées qu'elles soient, ne peuvent passer, mais qui est cependant perméable pour les fluides ; le filtre est donc, à proprement parler, l'espèce de tamis qu'on emploie pour séparer des molécules solides qui sont très-fines, d'un fluide dont les molécules sont encore plus fines.

On se sert à cet effet, principalement en pharmacie, d'étoffes épaisses & d'un tissu très-serré : celles de laine à poils sont les plus propres à remplir cet objet. On leur donne ordinairement la forme d'un cône, *planche II*, *fig.* 2 : cette espèce de filtre porte le nom de chausse qui est relatif à sa figure. La forme conique a l'avantage de réunir toute la liqueur qui coule, en un seul point A, & on peut alors la recevoir dans un vase d'une ouverture très-petite ; ce qui ne pourroit pas avoir lieu, si la liqueur couloit de plusieurs points. Dans les grands laboratoires de pharmacie, on a un chassis de bois représenté *planche II*, *fig.* 1, dans le milieu duquel on attache la chausse.

La filtration à la chausse ne peut être appli-

cable qu'à quelques opérations de pharmacie ; mais comme dans la plupart des opérations chimiques un même filtre ne peut servir qu'à une même nature d'expériences, comme il faudroit avoir un nombre de chausses considérable & les laver avec un grand soin à chaque opération, on y a substitué une étoffe très-commune, à tres-bon marché, qui est à la vérité très-mince, mais qui, attendu qu'elle est feutrée, compense par le serré de son tissu ce qui pourroit lui manquer en épaisseur : cette étoffe est du papier non collé. Il n'est aucun corps solide, quelque divisé qu'il soit, qui passe à travers les pores des filtres de papier ; les fluides au contraire les traversent avec beaucoup de facilité.

Le seul embarras que présente le papier employé comme filtre, consiste dans la facilité avec laquelle il se perce & se déchire, surtout quand il est mouillé. On remédie à cet inconvénient, en le soutenant par le moyen de diverses espèces de doublures. Si on a des quantités considérables de matières à filtrer, on se sert d'un chassis de bois A B C D, *planc. II, fig. 3*, auquel sont adaptées des pointes de fer ou crochets : on pose ce chassis sur deux petits traiteaux, comme on le voit *fig. 4*. On place sur le carré une toile grossière, qu'on

tend médiocrement & qu'on accroche aux pointes ou crochets de fer. On étend ensuite une ou deux feuilles de papier sur la toile, & on verse dessus le mêlange de mercure liquide & de matière solide dont on veut opérer la séparation. Le fluide coule dans la terrine ou autre vase quelconque F, qu'on a mis sous le filtre. Les toiles qui ont servi à cet usage, se lavent, ou bien on les renouvelle, si on a lieu de craindre que les molécules dont elles peuvent rester imprégnées, ne soient nuisibles dans des opérations subséquentes.

Dans toutes les opérations ordinaires & lorsqu'on n'a qu'une médiocre quantité de liqueur à filtrer, on se sert d'entonnoirs de verre, *planche II, fig.* 5, pour contenir & soutenir le papier; on le plie alors de manière à former un cône de même figure que l'entonnoir. Mais alors on tombe dans un autre inconvénient; le papier, lorsqu'il est mouillé, s'applique tellement sur les parois du verre, que la liqueur ne peut couler & qu'il ne s'opère de filtration que par la pointe du cône : alors l'opération devient très-longue; les matières hétérogènes d'ailleurs que contient la liqueur étant communément plus lourdes que l'eau, elles se rassemblent à la pointe du cône de papier, elles l'obstruent, & la filtration, ou s'arrête, ou de-

vient excessivement lente. On a imaginé différens procédés pour remédier à ces inconvéniens, qui sont plus graves qu'on ne le croiroit d'abord, parce qu'ils se répètent tous les jours dans le cours des opérations chimiques. Un premier moyen a été de multiplier les plis du papier, comme on le voit *fig.* 6, afin que la liqueur, en suivant les sillons que forment les plis, pût arriver à la pointe du cône : d'autres ont joint à ce premier moyen l'usage de fragmens de paille, qu'on place & qu'on arrange dans l'entonnoir avant d'y placer le papier. Enfin, le dernier moyen employé & qui me paroît réunir le plus d'avantages, consiste à prendre de petites bandes de verre, telles qu'on en trouve chez tous les vitriers, & qui sont connues sous le nom de rognures de verre. On les courbe par le bout à la lampe, de manière à former un crochet qui s'ajuste dans le bord supérieur de l'entonnoir, on en dispose six à huit de cette manière, avant de placer le papier. Ces bandes de verre le maintiennent à une distance suffisante des parois de l'entonnoir, pour que la filtration s'opère. La liqueur coule le long des bandes de verre, & se rassemble à la pointe du cône.

On voit quelques-unes de ces bandes représentées *fig.* 8 : on voit aussi *fig.* 7 un entonnoir

de verre garni de bandes de verre & d'un papier à filtrer.

Lorſqu'on a un grand nombre de filtrations à faire marcher à la fois, il eſt très-commode d'avoir une planche AB, *planche II*, *fig.* 9, ſoutenue par des montans de bois AC, BD, & percée de trous pour y placer les entonnoirs.

Il y a des matières très-épaiſſes & très-viſqueuſes qui ne peuvent paſſer à travers le papier, & qui ne peuvent être filtrées qu'après avoir ſubi quelques préparations. La plus ordinaire conſiſte à battre un blanc d'œuf, à le diviſer dans ces liqueurs, & à les faire chauffer jusqu'à l'ébullition. Le blanc d'œuf ſe coagule, il ſe réduit en écume, qui vient monter à la ſurface & qui entraîne avec elle la plus grande partie des matières viſqueuſes qui s'oppoſoient à la filtration. On eſt obligé de prendre ce parti pour obtenir du petit-lait clair, autrement il ſeroit très-difficile de le faire paſſer par le filtre. On remplit le même objet à l'égard des liqueurs ſpiritueuſes, avec un peu de colle de poiſſon délayée dans de l'eau: cette colle ſe coagule par l'action de l'alkool, ſans qu'on ſoit obligé de faire chauffer.

On conçoit qu'une des conditions indiſpenſables de la filtration eſt que le filtre ne puiſſe pas être attaqué & corrodé par la liqueur qui

doit y paſſer ; auſſi ne peut-on pas filtrer les acides concentrés à travers le papier. Il eſt vrai qu'on eſt rarement obligé d'avoir recours à ce moyen, parce que la plûpart des acides s'obtiennent par voie de diſtillation, & que les produits de la diſtillation ſont preſque toujours clairs. Si cependant dans quelques cas très-rares, on eſt forcé de filtrer des acides concentrés, on ſe ſert alors de verre pilé, ou, ce qui eſt mieux encore, de morceaux de quartz ou de criſtal de roche groſſièrement concaſſés & en partie réduits en poudre. On place quelques-uns des plus gros morceaux dans le fond de l'entonnoir, pour le boucher en partie ; on met par-deſſus des morceaux moins gros, qui ſont maintenus par les premiers ; enfin les portions les plus diviſées doivent occuper le deſſus : on remplit enſuite l'entonnoir avec de l'acide.

Dans les uſages de la ſociété, on filtre l'eau des rivières pour l'obtenir limpide & ſéparée des ſubſtances hétérogènes qui la ſaliſſent : on ſe ſert à cet effet de ſable de rivière. Le ſable réunit pluſieurs avantages qui le rendent propre à cet uſage : premièrement, il eſt en fragmens arrondis, ou au moins dont les angles ſont uſés ; & les intervalles que préſentent des molécules de cette figure, favoriſent le paſſage de l'eau. Secondement, ces molécules ſont de différentes

grosseurs, & les plus fines se rangent naturellement entre les plus grosses; elles empêchent donc qu'il ne se rencontre des vides trop grands qui laisseroient passer des matières hétérogènes. Troisièmement enfin, le sable ayant été roulé & lavé par l'eau des rivières pendant une longue révolution de temps, on est sûr qu'il est dépouillé de toute substance soluble dans l'eau, & que par conséquent il ne peut absolument rien communiquer à l'eau qui filtre au travers. Dans tous les cas, comme dans celui-ci, où le même filtre doit servir long-temps, il s'engorgeroit & la liqueur cesseroit d'y passer, si on ne le nétoyoit pas. Cette opération est simple à l'égard des filtres de sable, il ne s'agit que de le laver dans plusieurs eaux successives & jusqu'à ce qu'elle sorte claire.

§. IV.

De la Décantation.

La décantation est une opération qui peut suppléer à la filtration & qui, comme elle, a pour objet de séparer d'avec un liquide les molécules concrètes qu'il contient. On laisse à cet effet reposer la liqueur dans des vases ordinairement coniques & qui ont la forme de verres à boire, comme celui représenté ABCDE, *planche II, fig. 10*. On fait dans les verreries des vases de

cette figure, qui sont de différentes grandeurs; lorsqu'ils excèdent deux ou trois pintes de capacité, on supprime le pied CDE, & on y supplée par un pied de bois dans lequel on les mastique. La matière étrangère se dépose au fond de ces vases par un repos plus ou moins long, & on obtient la liqueur claire en la versant doucement par inclinaison. On voit que cette opération suppose que le corps suspendu dans le liquide est spécifiquement plus lourd que lui, & susceptible de se rassembler au fond : mais quelquefois la pesanteur spécifique du dépôt approche tellement de celle de la liqueur, & l'on est si près de l'équilibre, que le moindre mouvement suffit pour le remêler; alors au lieu de transvaser la liqueur & de la séparer par décantation, on se sert du siphon représenté *fig. 11*, & dont j'ai déjà donné la description.

Dans toutes les expériences où l'on veut déterminer avec une précision rigoureuse le poids de la matière précipitée, la décantation est préférable à la filtration, pourvu qu'on ait soin de laver à grande eau & à plusieurs reprises le précipité. On peut bien, il est vrai, déterminer le poids du précipité qu'on a séparé par filtration, en pesant le filtre avant & après l'opération; l'augmentation de poids que le filtre a acquise, donne le poids du précipité qui y est resté attaché:

mais quand les quantités sont peu considérables, la dessication plus ou moins grande du filtre, les différentes proportions d'humidité qu'il peut retenir, sont une source d'erreurs qu'il est important d'éviter.

CHAPITRE V.

Des moyens que la Chimie emploie pour écarter les unes des autres les molécules des corps sans les décomposer & réciproquement pour les réunir.

J'AI déjà fait observer qu'il existoit deux manières de diviser les corps : la première qu'on nomme division mécanique, consiste à séparer une masse solide en un grand nombre d'autres masses beaucoup plus petites. On emploie pour remplir cet objet la force des hommes, celle des animaux, la pesanteur de l'eau appliquée aux machines hydrauliques, la force expansive de l'eau réduite en vapeurs, comme dans les machines à feu, l'impulsion du vent, &c. Mais toutes ces forces employées à diviser les corps, sont beaucoup plus bornées, qu'on ne le croit communément. Avec un pilon d'un certain poids, qui tombe d'une certaine hauteur, on ne peut jamais réduire en poudre une matière donnée au-delà d'un certain degré de finesse, & la même molécule, qui paroît si fine relativement à nos organes, est encore une montagne, si on peut se servir de cette expression, lorsqu'on la compare avec les

molécules conſtitutives & élémentaires du corps que l'on diviſe. C'eſt en cela que diffèrent les agens mécaniques des agens chimiques: ces derniers diviſent un corps dans ſes molécules primitives. Si, par exemple, c'eſt un ſel neutre, ils portent la diviſion de ſes parties auſſi loin qu'elle le peut être ſans que la molécule ceſſe d'être une molécule de ſel. Je vais donner dans ce chapitre des exemples de cette eſpèce de diviſion. J'y joindrai quelques détails ſur des opérations qui y ſont relatives.

§. I.

De la Solution des Sels.

On a long-temps confondu en chimie la ſolution & la diſſolution, & l'on déſignoit par le même nom la diviſion des parties d'un ſel dans un fluide tel que l'eau, & la diviſion d'un métal dans un acide. Quelques réflexions ſur les effets de ces deux opérations feront ſentir qu'il n'eſt pas poſſible de les confondre.

Dans la ſolution des ſels, les molécules ſalines ſont ſimplement écartées les unes des autres, mais ni le ſel, ni l'eau n'éprouvent aucune décompoſition, & on peut les retrouver l'un & l'autre en même quantité qu'avant l'opération. On peut dire la même choſe de la diſſolution des réſines dans l'alkool & dans les diſſolvans

ſpiritueux. Dans la diſſolution des métaux, au contraire, il y a toujours une décompoſition de l'acide, ou décompoſition de l'eau : le métal s'oxygène, il paſſe à l'état d'oxide; une ſubſtance gazeuſe ſe dégage; en ſorte, qu'à proprement parler, aucune des ſubſtances après la diſſolution n'eſt dans le même état où elle étoit auparavant. C'eſt uniquement de la ſolution dont il ſera queſtion dans cet article.

Pour bien ſaiſir ce qui ſe paſſe dans la ſolution des ſels, il faut ſavoir qu'il ſe complique deux effets dans la plûpart de ces opérations: ſolution par l'eau, & ſolution par le calorique; & comme cette diſtinction donne l'explication de la plûpart des phénomènes relatifs à la ſolution, je vais inſiſter pour la bien faire entendre.

Le nitrate de potaſſe, vulgairement appelé ſalpêtre, contient très-peu d'eau de criſtalliſation; une foule d'expériences le prouvent; peut-être même n'en contient-il pas : cependant il ſe liquéfie à un degré de chaleur qui ſurpaſſe à peine celui de l'eau bouillante. Ce n'eſt donc point à l'aide de ſon eau de criſtalliſation qu'il ſe liquéfie, mais parce qu'il eſt très-fuſible de ſa nature, & qu'il paſſe de l'état ſolide à l'état liquide, un peu au-deſſus de la chaleur de l'eau bouillante. Tous les ſels ſont de même ſuſceptibles d'être liquéfiés par le calorique; mais à

une température plus ou moins haute. Les uns, comme les acétites de potaſſe & de ſoude, ſe fondent & ſe liquéfient à une chaleur très-médiocre; les autres, au contraire, comme le ſulfate de chaux, le ſulfate de potaſſe, &c. exigent une des plus fortes chaleurs que nous puiſſions produire. Cette liquéfaction des ſels par le calorique préſente exactement les mêmes phénomènes que la liquéfaction de la glace. Premièrement elle s'opère de même à un degré de chaleur déterminé pour chaque ſel, & ce degré eſt conſtant pendant tout le temps que dure la liquéfaction du ſel. Secondement, il y a emploi de calorique au moment où le ſel ſe fond, dégagement lorſqu'il ſe fige, tous phénomènes généraux, & qui ont lieu lors du paſſage d'un corps quelconque de l'état concret à l'état fluide, & réciproquement.

Ces phénomènes de la ſolution par le calorique ſe compliquent toujours plus ou moins avec ceux de la ſolution par l'eau. On en ſera convaincu ſi l'on conſidère qu'on ne peut verſer de l'eau ſur un ſel pour le diſſoudre, ſans employer réellement un diſſolvant mixte, l'eau & le calorique: or on peut diſtinguer pluſieurs cas différens, ſuivant la nature & la manière d'être de chaque ſel. Si par exemple un ſel eſt très-peu ſoluble par l'eau, & qu'il le ſoit beaucoup par le calorique;

il eſt clair que ce ſel ſera très-peu ſoluble à l'eau froide, & qu'il le ſera beaucoup, au contraire, à l'eau chaude; tel eſt le nitrate de potaſſe, & ſur-tout le muriate oxygéné de potaſſe. Si un autre ſel au contraire eſt à la fois peu ſoluble dans l'eau, & peu ſoluble dans le calorique, il ſera peu ſoluble dans l'eau froide comme dans l'eau chaude, & la différence ne ſera pas très-conſidérable; c'eſt ce qui arrive au ſulfate de chaux.

On voit donc qu'il y a une relation néceſſaire entre ces trois choſes, ſolubilité d'un ſel dans l'eau froide, ſolubilité du même ſel dans l'eau bouillante, degré auquel ce même ſel ſe liquéfie par le calorique ſeul & ſans le ſecours de l'eau; que la ſolubilité d'un ſel à chaud & à froid eſt d'autant plus grande qu'il eſt plus ſoluble par le calorique, ou, ce qui revient au même, qu'il eſt ſuſceptible de ſe liquéfier à un degré plus inférieur de l'échelle du thermomètre.

Telle eſt en général la théorie de la ſolution des ſels. Mais je n'ai pu me former encore que des apperçus généraux, parce que les faits particuliers manquent, & qu'il n'exiſte point aſſez d'expériences exactes. La marche à ſuivre pour completter cette partie de la chimie eſt ſimple; elle conſiſte à rechercher pour chaque ſel ce qui s'en diſſout dans une quantité donnée d'eau

à différens degrés du thermomètre : or comme on sait aujourd'hui avec beaucoup de précision, d'après les expériences que nous avons publiées M. de la Place & moi, ce qu'une livre d'eau contient de calorique à chaque degré du thermomètre, il sera toujours facile de déterminer par des expériences simples la proportion de calorique & d'eau qu'exige chaque sel pour être tenu en dissolution, ce qui s'en absorbe au moment où le sel se liquéfie, ce qui s'en dégage au moment où il cristallise.

On ne doit plus être étonné d'après cela de voir que les sels même qui sont dissolubles à froid se dissolvent beaucoup plus rapidement dans l'eau chaude que dans l'eau froide. Il y a toujours emploi de calorique dans la dissolution des sels ; & quand il faut que le calorique soit fourni de proche en proche par les corps environnans, il en résulte un déplacement qui ne s'opère que lentement. L'opération au contraire se trouve tout d'un coup facilitée & accélérée, quand le calorique nécessaire à la solution se trouve déjà tout combiné avec l'eau.

Les sels en général, en se dissolvant dans l'eau, en augmentent la pesanteur spécifique, mais cette règle n'est pas absolument sans exception.

Un jour à venir on connoîtra la quantité de

radical, d'oxygène & de base qui constituent chaque sel neutre; on connoîtra la quantité d'eau & de calorique nécessaire pour le dissoudre, l'augmentation de pesanteur spécifique qu'il communique à l'eau, la figure des molécules élémentaires de ses cristaux; on expliquera les circonstances & les accidens de sa cristallisation, & c'est alors seulement que cette partie de la chimie sera complette. M. Séguin a formé le prospectus d'un grand travail en ce genre, qu'il est bien capable d'exécuter.

La solution des sels dans l'eau n'exige aucun appareil particulier. On se sert avec avantage dans les opérations en petit de phioles à médecine de différentes grandeurs, *planche II, figures 16 & 17*; de terrines de grès, *même planche* A, *fig. 1 & 2*; de matras à col allongé, *figure 14*; de casseroles ou bassines de cuivre & d'argent, *figures 13 & 15*.

§. II.

De la Lexiviation.

La lexiviation est une opération des arts & de la chimie, dont l'objet est de séparer des substances solubles dans l'eau d'avec d'autres substances qui sont insolubles. On a coutume de se servir pour cette opération, dans les arts

& dans les usages de la vie, d'un grand cuvier A B C D, *planche II, figure 12*, percé en D près de son fond d'un trou rond, dans lequel on introduit une champlure de bois D E ou un robinet de métal. On met d'abord au fond du cuvier une petite couche de paille, & ensuite par-dessus la matière qu'on se propose de lessiver; on la recouvre d'une toile, & on verse de l'eau froide ou chaude, suivant que la substance est d'une solubilité plus ou moins grande. L'eau s'imbibe dans la matière, & pour qu'elle la pénètre mieux, on tient pendant quelque temps fermé le robinet D E. Lorsqu'on juge qu'elle a eu le temps de dissoudre toutes les parties salines, on la laisse couler par le robinet D E; mais comme il reste toujours à la matière insoluble une portion d'eau adhérente qui ne coule pas, comme cette eau est nécessairement aussi chargée de sel que celle qui a coulé, on perdroit une quantité considérable de parties salines, si on ne repassoit à plusieurs reprises de nouvelle eau à la suite de la première. Cette eau sert à étendre celle qui est restée; la substance saline se partage & se fractionne, & au troisième ou quatrième relavage, l'eau passe presque pure; on s'en assure par le moyen du pèse-liqueur dont il a été parlé, page 16.

Le petit lit de paille qu'on met au fond du vase sert à procurer des interstices pour l'écoulement de l'eau ; on peut l'assimiler aux pailles ou aux tiges de verre dont on se sert pour filtrer dans l'entonnoir, & qui empêchent l'application trop immédiate du papier contre le verre. A l'égard du linge qu'on met par-dessus la matière qu'on se propose de lessiver, il n'est pas non plus inutile ; il a pour objet d'empêcher que l'eau ne fasse un creux dans la matière à l'endroit où on la verse, & qu'elle ne s'ouvre des issues particulières qui empêcheroient que toute la masse ne fût lessivée.

On imite plus ou moins cette opération des arts dans les expériences chimiques ; mais attendu qu'on se propose plus d'exactitude, & que lorsqu'il est question, par exemple, d'une analyse, il faut être sûr de ne laisser dans le résidu aucune partie saline ou soluble, on est obligé de prendre quelques précautions particulières. La première est d'employer plus d'eau que dans les lessives ordinaires, & d'y délayer les matières avant de tirer la liqueur à clair ; autrement toute la masse ne seroit pas également lessivée, & il pourroit même arriver que quelques portions ne le fussent aucunement. Il faut avoir soin de repasser de très-grandes quantités d'eau, & on ne doit en général regarder l'opération comme terminée,

que quand l'eau paſſe abſolument dépouillée de ſel, & que l'aréomètre indique qu'elle n'augmente plus de peſanteur ſpécifique en traverſant la matière contenue dans le cuivre.

Dans les expériences très en petit, on ſe contente communément de mettre dans des bocaux ou des matras de verre la matière qu'on ſe propoſe de leſſiver; on verſe deſſus de l'eau bouillante, & on filtre au papier dans un entonnoir de verre. Voy. *planche II, figure 7*. On relave enſuite avec de l'eau bouillante. Quand on opère ſur des quantités un peu plus grandes, on délaie les matières dans un chaudron d'eau bouillante, & on filtre avec le carré de bois repréſenté, *planche II, figure 3 & 4*, qu'on garnit de toile & d'un papier à filtrer. Enfin dans les opérations très en grand, on emploie le baquet ou cuvier que j'ai décrit au commencement de cet article, & qui eſt repréſenté, *figure 12*.

§. III.

De l'Evaporation.

L'évaporation a pour objet de ſéparer l'une de l'autre deux matières, dont l'une au moins eſt liquide, & qui ont un degré de volatilité très-différent.

C'eſt ce qui arrive lorſqu'on veut obtenir dans l'état concret un ſel qui a été diſſous dans l'eau : on échauffe l'eau & on la combine avec le calorique qui la volatiliſe ; les molécules de ſel ſe rapprochent en même temps, & obéiſſant aux loix de l'attraction, elles ſe réuniſſent pour reparoître ſous leur forme ſolide.

On a penſé que l'action de l'air influoit beaucoup ſur la quantité de fluide qui s'évapore, & on eſt tombé à cet égard dans des erreurs qu'il eſt bon de faire connoître. Il eſt ſans doute une évaporation lente qui ſe fait continuellement d'elle-même à l'air libre, & à la ſurface des fluides expoſés à la ſimple action de l'atmoſphère. Quoique cette première eſpèce d'évaporation puiſſe être juſqu'à un certain point conſidérée comme une diſſolution par l'air, il n'en eſt pas moins vrai que le calorique y concourt, puiſqu'elle eſt toujours accompagnée de refroidiſſement : on doit donc la regarder comme une diſſolution mixte, faite en partie par l'air, & en partie par le calorique. Mais il eſt un autre genre d'évaporation, c'eſt celle qui a lieu à l'égard d'un fluide entretenu toujours bouillant ; l'évaporation qui ſe fait alors par l'action de l'air n'eſt plus que d'un objet très-médiocre en comparaiſon de celle qui eſt occaſionnée par l'action du calorique ; ce n'eſt plus, à proprement par-

ler, l'évaporation qui a lieu, mais la vaporiſation; or cette dernière opération ne s'accélère pas en raiſon des ſurfaces évaporantes, mais en raiſon des quantités de calorique qui ſe combinent avec le liquide. Un trop grand courant d'air froid nuit quelquefois dans ces occaſions à la rapidité de l'évaporation, par la raiſon qu'il enlève du calorique à l'eau, & qu'il ralentit par conſéquent ſa converſion en vapeurs. Il n'y a donc nul inconvénient à couvrir juſqu'à un certain point le vaſe où l'on fait évaporer un liquide entretenu toujours bouillant, pourvu que le corps qui couvre ſoit de nature à dérober peu de calorique, qu'il ſoit, pour me ſervir d'une expreſſion du docteur Francklin, mauvais conducteur de chaleur; les vapeurs s'échappent alors par l'ouverture qui leur eſt laiſſée, & il s'en évapore au moins autant & ſouvent plus que quand on laiſſe un accès libre à l'air extérieur.

Comme dans l'évaporation, le liquide que le calorique enlève eſt abſolument perdu, comme on le ſacrifie pour conſerver la ſubſtance fixe avec laquelle il étoit combiné, on n'évapore jamais que des matières peu précieuſes, telles, par exemple, que l'eau. Lorſqu'elles ont plus de valeur, on a recours à la diſtillation: autre opération dans laquelle on conſerve à la

fois & le corps fixe & le corps volatil.

Les vaiſſeaux dont on ſe ſert pour les évaporations, ſont des baſſines de cuivre ou d'argent, quelquefois de plomb, telles que celle repréſentée *planche II, figure 13*; des caſſerolles également de cuivre ou d'argent, *fig. 15*.

Des capſules de verre, *pl. III, fig. 3 & 4*.

Des jattes de porcelaine.

Des terrines de grès A, *planche II, fig. 1 & 2*.

Mais les meilleures de toutes les capſules à évaporer, ſont des fonds de cornue & des portions de matras de verre. Leur *minceur* qui eſt égale par-tout, les rend plus propres que tout autre vaiſſeau à ſe prêter, ſans ſe caſſer, à une chaleur bruſque & à des alternatives ſubites de chaud & de froid. On peut les faire ſoi-même dans les laboratoires, & elles reviennent beaucoup moins cher que les capſules qu'on achète chez les faïenciers. Cet art de couper le verre ne ſe trouve décrit nulle part, & je vais en donner une idée.

On ſe ſert d'anneaux de fer A C, *pl. III, fig. 5*, que l'on ſoude à une tige de fer A B, garnie d'un manche de bois D. On fait rougir l'anneau de fer dans un fourneau, puis on poſe deſſus le matras G, *fig. 6*, qu'on ſe propoſe de couper : lorſqu'on juge que le verre a été ſuffiſamment

famment échauffée par l'anneau de fer rouge, on jette quelques gouttes d'eau dessus, & le matras se casse ordinairement juste dans la ligne circulaire qui étoit en contact avec l'anneau de fer.

D'autres vaisseaux évaporatoires, d'un excellent usage, sont de petites fioles de verre, qu'on désigne dans le commerce sous le nom de fioles à médecine. Ces bouteilles qui sont de verre mince & commun, supportent le feu avec une merveilleuse facilité, & sont à très-bon marché. Il ne faut pas craindre que leur figure nuise à l'évaporation de la liqueur. J'ai déjà fait voir que toutes les fois qu'on évaporoit le liquide au degré de l'ébullition, la figure du vaisseau contribuoit ou nuisoit peu à la célérité de l'opération, sur-tout quand les parois supérieures du vaisseau étoient mauvais conducteurs de chaleur, comme le verre. On place une ou plusieurs de ces fioles sur une seconde grille de fer F G, *planche III*, *figure 2*, qu'on pose sur la partie supérieure d'un fourneau, & sous laquelle on entretient un feu doux. On peut suivre de cette manière un grand nombre d'expériences à la fois.

Un autre appareil évaporatoire assez commode & assez expéditif consiste dans une cornue de verre qu'on met au bain de sable, comme

on le voit *planche III*, *figure* 1, & qu'on recouvre avec un dôme de terre cuite : mais l'opération est toujours beaucoup plus lente, quand on se sert du bain de sable ; elle n'est pas d'ailleurs exempte de dangers, parce que le sable s'échauffant inégalement, tandis que le verre ne peut pas se prêter à des degrés de dilatation locale, le vaisseau est souvent exposé à casser. Il arrive même quelquefois que le sable chaud fait exactement l'office des anneaux de fer représentés *planche III, figures* 5 & 6, sur-tout lorsque le vase contient un fluide qui distille. Une goutte de fluide qui s'éclabousse & qui vient tomber sur les parois du vaisseau à l'endroit du contact de l'anneau de sable, le fait casser circulairement en deux parties terminées par une ligne bien tranchée.

Dans le cas où l'évaporation exige une grande intensité de feu, on se sert de creusets de terre ; mais en général on entend le plus communément par le mot *évaporation* une opération qui se fait au degré de l'eau bouillante, ou très-peu au-dessus.

§. IV.

De la Cristallisation.

La cristallisation est une opération dans la-

quelle les parties intégrantes d'un corps, séparées les unes des autres par l'interpofition d'un fluide, font déterminées par la force d'attraction qu'elles exercent les unes fur les autres, à fe rejoindre pour former des maffes folides.

Lorfque les molécules d'un corps font fimplement écartées par le calorique, & qu'en vertu de cet écartement ce corps eft porté à l'état de liquide, il ne faut, pour le ramener à l'état de folide, c'eft-à-dire, pour opérer fa criftallifation, que fupprimer une partie du calorique logé entre fes molécules, autrement dit le refroidir. Si le refroidiffement eft lent & fi en même-temps il y a repos, les molécules prennent un arrangement régulier, & alors il y a criftallifation proprement dite : fi au contraire le refroidiffement eft rapide, ou fi en fuppofant un refroidiffement lent, on agite le liquide au moment où il va paffer à l'état concret, il y a criftallifation confufe.

Les mêmes phénomènes ont lieu dans les folutions par l'eau, ou pour mieux dire, les folutions par l'eau font toujours mixtes, comme je l'ai déjà fait voir dans le paragraphe premier de ce chapitre : elles s'opèrent en partie par l'action de l'eau, en partie par celle du calorique. Tant qu'il y a fuffifamment d'eau & de calorique pour écarter les molécules du fel,

au point qu'elles ſoient hors de leur ſphère d'attraction, le ſel demeure dans l'état fluide. L'eau & le calorique viennent-ils à manquer, & l'attraction des molécules ſalines les unes par rapport aux autres devient-elle victorieuſe, le ſel reprend la forme concrète, & la figure des criſtaux eſt d'autant plus régulière, que l'évaporation a été plus lente & faite dans un lieu plus tranquille.

Tous les phénomènes qui ont lieu dans la ſolution des ſels ſe retrouvent également dans leur criſtalliſation, mais dans un ſens inverſe. Il y a dégagement de calorique au moment où le ſel ſe réunit & paroît ſous ſa forme concrète & ſolide, & il en réſulte une nouvelle preuve que les ſels ſont tenus à la fois en diſſolution par l'eau & par le calorique. C'eſt par cette raiſon qu'il ne ſuffit pas pour faire criſtalliſer les ſels qui ſe liquéfient aiſément par le calorique, de leur enlever l'eau qui les tenoit en diſſolution; il faut encore leur enlever le calorique, & le ſel ne criſtalliſe qu'autant que ces deux conditions ſont remplies. Le ſalpêtre, le muriate oxygéné de potaſſe, l'alun, le ſulfate de ſoude, &c. en fourniſſent des exemples. Il n'en eſt pas de même des ſels qui exigent peu de calorique pour être tenus en diſſolution, & qui par cela même ſont à-peu-près également ſolubles dans l'eau chaude & dans l'eau froide; il ſuffit de

leur enlever l'eau qui les tenoit en dissolution pour les faire cristalliser, & ils reparoissent sous forme concrète dans l'eau bouillante même, comme on l'observe relativement au sulfate de chaux, aux muriates de soude & de potasse, & à beaucoup d'autres.

C'est sur ces propriétés des sels & sur leur différence de solubilité à chaud & à froid, qu'est fondé le raffinage du salpêtre. Ce sel, tel qu'il est retiré par une première opération, & tel qu'il est livré par les salpêtriers, est composé de sels déliquescens qui ne sont pas susceptibles de cristalliser, tels que le nitrate & le muriate de chaux; de sels qui sont presqu'également solubles à chaud & à froid, tels que les muriates de potasse & de soude; enfin de salpêtre, qui est beaucoup plus soluble à chaud qu'à froid.

On commence par verser sur tous ces sels confondus ensemble une quantité d'eau suffisante pour tenir en dissolution les moins solubles de tous, & ce sont les muriates de soude & de potasse. Cette quantité d'eau tient facilement en dissolution tout le salpêtre, tant qu'elle est chaude; mais il n'en est plus de même lorsqu'elle se refroidit; la majeure partie du salpêtre cristallise; il n'en reste qu'environ un sixième tenu en dissolution, & qui se trouve

confondu avec le nitrate calcaire & avec les muriates.

Le salpêtre qu'on obtient ainsi est un peu imprégné de sels étrangers, parce qu'il a cristallisé dans une eau qui elle-même en étoit chargée; mais on l'en dépouille complètement par une nouvelle dissolution à chaud avec très peu d'eau & par une nouvelle cristallisation.

A l'égard des eaux surnageantes à la cristallisation du salpêtre, & qui contiennent un mélange de salpêtre & de différens sels, on les fait évaporer pour en tirer du salpêtre brun, qu'on purifie ensuite également par deux nouvelles dissolutions & cristallisations.

Les sels à base terreuse qui sont incristallisables, sont rejettés s'ils ne contiennent point de nitrates; si au contraire ils en contiennent, on les étend avec de l'eau, on précipite la terre par le moyen de la potasse, on laisse déposer, on décante, on fait évaporer & on met à cristalliser.

Ce qui s'observe dans le raffinage du salpêtre, peut sevir de règle toutes les fois qu'il est question de séparer par voie de cristallisation plusieurs sels mêlés ensemble. Il faut alors étudier la nature de chacun, la proportion qui s'en dissout dans des quantités données d'eau, leur différence de solubilité à chaud & à froid. Si

à ces propriétés principales on joint celle qu'ont quelques sels de se dissoudre dans l'alkool ou dans un mélange d'alkool & d'eau, on verra qu'on a des ressources très-multipliées pour opérer la séparation des sels par voie de cristallisation. Mais il faut convenir en même-temps qu'il est difficile de rendre cette séparation complette & absolue.

Les vaisseaux qu'on emploie pour la cristallisation des sels, sont des terrines de grès A, *planche II, figures* 1 & 2, & de grandes capsules applaties, *planche III, figure* 7.

Lorsqu'on abandonne une solution saline à une évaporation lente, à l'air libre & à la chaleur de l'atmosphère, on doit employer des vases un peu élevés, tels que celui représenté *pl. III, fig.* 3, afin qu'il y ait une épaisseur un peu considérable de liqueur; on obtient par ce moyen des cristaux beaucoup plus gros & aussi réguliers qu'on puisse l'espérer.

Non-seulement tous les sels cristallisent sous différentes formes, mais encore la cristallisation de chaque sel varie suivant les circonstances de la cristallisation. Il ne faut pas en conclure que la figure des molécules salines ait rien d'indéterminé dans chaque espèce : rien n'est plus constant au contraire que la figure des molécules primitives des corps, sur-tout à l'égard

des fels. Mais les criftaux qui fe forment fous nos yeux, font des aggrégations de molécules, & ces molécules, quoique toutes parfaitement égales en figure & en groffeur, peuvent prendre des arrangemens différens, qui donnent lieu à une grande variété de figures toutes régulières, & qui paroiffent quelquefois n'avoir aucun rapport, ni entr'elles, ni avec la figure du criftal originaire. Cet objet a été favamment traité par M. l'Abbé Haüy, dans plufieurs Mémoires préfentés à l'Académie, & dans un Ouvrage fur la ftructure des criftaux. Il ne refte plus même qu'à étendre à la claffe des fels ce qu'il a fait plus particulièrement pour quelques pierres criftallifées.

§. V.

De la Distillation simple.

La diftillation a deux objets bien déterminés: je diftinguerai en conféquence deux efpèces de diftillation, la diftillation fimple & la diftillation compofée. C'eft uniquement de la première dont je m'occuperai dans cet article.

Lorfqu'on foumet à la diftillation deux corps dont l'un eft plus volatil, c'eft-à-dire, a plus d'affinité que l'autre avec le calorique, le but qu'on fe propofe eft de les féparer: le plus

volatil prend la forme de gaz, & on le condenſe enſuite par refroidiſſement dans des appareils propres à remplir cet objet. La diſtillation n'eſt alors, comme l'évaporation, qu'une opération en quelque façon mécanique qui ſépare l'une de l'autre deux ſubſtances, ſans les décompoſer & ſans en altérer la nature. Dans l'évaporation c'étoit le produit fixe qu'on cherchoit à conſerver, ſans s'embarraſſer de conſerver le produit volatil ; dans la diſtillation au contraire on s'attache le plus communément à recueillir le produit volatil, à moins qu'on ne ſe propoſe de les conſerver tous deux. Ainſi la diſtillation ſimple bien analyſée ne doit être conſidérée que comme une évaporation en vaiſſeaux clos.

Le plus ſimple de tous les appareils diſtillatoires eſt une bouteille A, *planche III, figure 8*, dont on courbe, dans la verrerie même, le col B C en B D. Cette bouteille ou fiole porte alors le nom de cornue ; on la place ou dans un fourneau de reverbère, comme on le voit *planche XIII, figure 2*, ou au bain de ſable ſous une couverture de terre cuite, comme on le voit *planche III, figure 1*. Pour recueillir & pour condenſer les produits, on adapte à la cornue un récipient E, *planche III, figure 9*, qu'on lutte avec elle : quelquefois, ſur-tout dans les

opérations de pharmacie, on se sert d'une cucurbite de verre ou de grès A, *planche III*, *fig* 12, surmontée de son chapiteau B, ou bien d'un alambic de verre auquel tient un chapiteau d'une seule pièce, *figure 13*. On ménage à ce dernier une tubulure, c'est-à-dire une ouverture T, qu'on bouche avec un bouchon de cristal usé à l'émeril. On voit que le chapiteau B de l'alambic a une rigole *r r*, destinée à recevoir la liqueur qui se condense, & à la conduire au bec *r* S par lequel elle s'écoule.

Mais, comme dans presque toutes les distillations il y a une expansion de vapeurs qui pourroit faire éclater les vaisseaux, on est obligé de ménager au ballon ou récipient E, *figure 9*, un petit trou T, par lequel on donne issue aux vapeurs. D'où l'on voit qu'on perd dans cette manière de distiller tous les produits qui sont dans un état constamment aériforme, & ceux même qui, ne perdant pas facilement cet état, n'ont pas le temps d'être condensés dans l'intérieur du ballon. Cet appareil ne peut donc être employé que dans les opérations courantes des laboratoires & dans la pharmacie, mais il est insuffisant pour toutes les opérations de recherches. Je détaillerai à l'article de la distillation composée, les moyens qu'on a imaginés pour recueillir sans perte la totalité des produits.

Les vaisseaux de verre étant très-fragiles & ne résistant pas toujours aux alternatives brusques du chaud & du froid, on a imaginé de faire des appareils distillatoires en métal. Ces instrumens sont nécessaires pour distiller de l'eau, des liqueurs spiritueuses, pour obtenir les huiles essentielles des végétaux, &c. on ne peut se dispenser dans un laboratoire bien monté d'avoir un ou deux alambics de cette espèce & de différente grandeur.

Cet appareil distillatoire consiste dans une cucurbite de cuivre rouge étamé A, *pl. III, fig.* 15 & 16, dans laquelle s'ajuste, lorsqu'on le juge à propos, un bain-marie d'étain D, *fig.* 17, & sur lequel on place le chapiteau F. Ce chapiteau peut également s'ajuster sur la cucurbite de cuivre, sans bain-marie ou avec le bain-marie, suivant la nature des opérations. Tout l'intérieur du chapiteau doit être en étain.

Il est nécessaire, sur-tout pour la distillation des liqueurs spiritueuses, que le chapiteau F de l'alambic soit garni d'un réfrigérent SS, *fig.* 16, dans lequel on entretient toujours de l'eau fraîche. On la laisse écouler par le moyen du robinet R, quand on s'apperçoit qu'elle devient trop chaude, & on la renouvelle avec de la fraîche. Il est aisé de concevoir quel est l'usage de cette eau; l'objet de la distillation est de con-

vertir en gaz la matière qu'on veut distiller & qui est contenue dans la cucurbite, & cette conversion se fait à l'aide du calorique fourni par le feu du fourneau : mais il n'y auroit pas de distillation, si ce même gaz ne se condensoit pas dans le chapiteau, s'il n'y perdoit pas la forme de gaz & ne redevenoit pas liquide. Il est donc nécessaire que la substance que l'on distille dépose dans le chapiteau tout le calorique qui s'y étoit combiné dans la cucurbite, & par conséquent que les parois du chapiteau soient toujours entretenues à une température plus basse que celle qui peut maintenir la substance à distiller dans l'état de gaz. L'eau du réfrigérent est destinée à remplir cet office. On sait que l'eau se convertit en gaz à 80 degrés du thermomètre français, l'esprit-de-vin ou alkool à 67, l'éther à 32 ; on conçoit donc que ces substances ne distilleroient pas, ou plutôt qu'elles s'échapperoient en vapeurs aériformes, si la chaleur du réfrigérent n'étoit pas entretenue au-dessous de ces degrés respectifs.

Dans la distillation des liqueurs spiritueuses & en général des liqueurs très-expansives, le réfrigérent ne suffit pas pour condenser toutes les vapeurs qui s'élèvent de la cucurbite ; alors au lieu de recevoir directement la liqueur du bec T U de l'alambic dans un récipient, on inter-

pose entre deux un serpentin. On donne ce nom à un instrument représenté *figure 18*. Il consiste en un tuyau tourné en spirale, & qui fait un grand nombre de révolutions dans un seau de cuivre étamé B C D E. On entretient toujours de l'eau dans ce seau, & on la renouvelle quand elle s'échauffe. Cet instrument est en usage dans tous les atteliers de fabrication d'eau-de-vie : on n'y emploie pas même de chapiteau proprement dit ni de réfrigérent, & toute la condensation s'opère dans le serpentin. Celui représenté dans la *figure 18*, a un tuyau double dont l'un est spécialement destiné à la distillation des matières odorantes.

Quelquefois, même dans la distillation simple, on est obligé d'ajouter une allonge entre la cornue & le récipient, comme on le voit *fig. 11*. Cette disposition peut avoir deux objets ; ou de séparer l'un de l'autre des produits de différens degrés de volatilité, ou d'éloigner le récipient du fourneau, afin que la matière qui doit y être contenue éprouve moins de chaleur. Mais ces appareils & plusieurs autres plus compliqués qui ont été imaginés par les anciens, sont bien éloignés de répondre aux vues de la chimie moderne : on en jugera par les détails dans lesquels j'entrerai à l'article de la distillation composée.

§. VI.

De la Sublimation.

On donne le nom de ſublimation à la diſtillation des matières qui ſe condenſent dans un état concret ; ainſi on dit la ſublimation dn ſoufre, la ſublimation du ſel ammoniac ou muriate ammoniacal, &c. Ces opérations n'exigent pas d'appareils particuliers ; cependant on a coutume d'employer pour la ſublimation du ſoufre, ce qu'on nomme des aludels. Ce ſont des vaiſſeaux de terre ou de faïence qui s'ajuſtent les uns avec les autres, & qui ſe placent ſur une cucurbite qui contient le ſoufre.

Un des meilleurs appareils ſublimatoires pour les matières qui ne ſont point très-volatiles, eſt une fiole à médecine qu'on enfonce aux deux tiers dans un bain de ſable ; mais alors on perd une partie du produit. Toutes les fois qu'on veut les conſerver tous, il faut ſe rapprocher des appareils pneumato-chimiques, dont je vais donner la deſcription dans le Chapitre ſuivant.

CHAPITRE VI.

Des distillations pneumato-chimiques, des Dissolutions métalliques, & de quelques autres opérations qui exigent des Appareils très-compliqués.

§. I.

Des Distillations composées, & des Distillations pneumatico-chimiques.

Je n'ai préfenté dans le §. 5 du Chapitre précédent, la diftillation, que comme une opération fimple, dont l'objet eft de féparer l'une de l'autre deux fubftances de volatilité différente : mais le plus fouvent la diftillation fait plus ; elle opère une véritable décompofition du corps qui y eft foumis : elle fort alors de la claffe des opérations fimples, & elle rentre dans l'ordre de celles qu'on peut regarder comme des plus compliquées de la chimie. Il eft fans doute de l'effence de toute diftillation, que la fubftance que l'on diftille foit réduite à l'état de gaz dans la cucurbite par fa combinaifon avec le calorique ;

mais dans la distillation simple ce même calorique se dépose dans le réfrigérent ou dans le serpentin, & la même substance reprend son état de liquidité. Il n'en est pas ainsi dans la distillation composée; il y a dans cette opération décomposition absolue de la substance soumise à la distillation: une portion telle que le charbon, demeure fixe dans la cornue, tout le reste se réduit en gaz d'un grand nombre d'espèces. Les uns sont susceptibles de se condenser par le refroidissement, & de reparoître sous forme concrète & liquide; les autres demeurent constamment dans l'état aériforme; ceux-ci sont absorbables par l'eau, ceux-là le sont par les alkalis; enfin quelques-uns ne sont absorbables par aucune substance. Un appareil distillatoire ordinaire, & tel que ceux que j'ai décrits dans le chapitre précédent, ne suffiroit pas pour retenir & pour séparer des produits aussi variés: on est donc obligé d'avoir recours à des moyens beaucoup plus compliqués.

Je pourrois placer ici un historique des tentatives qui ont été successivement faites pour retenir les produits aériformes qui se dégagent des distillations; ce seroit une occasion de citer Hales, Rouelle, Woulfe & plusieurs autres chimistes célèbres; mais comme je me suis fait une loi d'être aussi concis qu'il seroit

roit poſſible, j'ai penſé qu'il valoit mieux décrire tout d'un coup l'appareil le plus parfait, plutôt que de fatiguer le lecteur par le détail de tentatives infructueuſes, faites dans un temps où l'on n'avoit encore que des idées très-imparfaites ſur la nature des gaz en général. L'appareil dont je vais donner la deſcription eſt deſtiné à la plus compliquée de toutes les diſtillations : on pourra le ſimplifier enſuite ſuivant la nature des opérations.

A, *planche IV*, *figure 1*, repréſente une cornue de verre tubulée en H, dont le col B s'ajuſte avec un ballon G C à deux pointes. A la tubulure ſupérieure D de ce ballon s'ajuſte un tube de verre DE*fg* qui vient plonger par ſon extrémité *g* dans la liqueur contenue dans la bouteille L. A la ſuite de la bouteille L qui eſt tubulée en *xxx* ſont trois autres bouteilles L', L'', L''', qui ont de même trois tubulures ou gouleaux *x'x'x'* ; *x''x''x''* ; *x'''x'''x'''*. Chaque bouteille eſt liée par un tube de verre *x y z'*, *x'y'z''*, *x''y''z'''* ; enfin à la dernière tubulure de la bouteille L''' eſt adapté un tube *x'''*RM qui aboutit ſous une cloche de verre, laquelle eſt placée ſur la tablette de l'appareil pneumato-chimique. Communément on met dans la première bouteille un poids bien connu d'eau diſtillée, & dans les trois autres de la potaſſe cauſtique étendue d'eau : la tarre de ces bouteilles & le poids de la liqueur alkaline qu'elles contien-

nent doivent être déterminés avec un très-grand ſoin. Tout étant ainſi diſpoſé, on lute toutes les jointures, ſavoir celle B de la cornue au ballon, & celle D de la tubulure ſupérieure du ballon avec du lut gras recouvert de toile imbibée de chaux & de blanc d'œuf, & toutes les autres avec un lut de térébenthine cuite & de cire fondues enſemble.

On voit d'après ces diſpoſitions que lorſqu'on a mis le feu ſous la cornue A, & que la ſubſtance qu'elle contient a commencé à ſe décompoſer, les produits les moins volatils doivent ſe condenſer & ſe ſublimer dans le col même de la cornue, & que c'eſt principalement là que doivent ſe raſſembler les ſubſtances concrètes : que les matières plus volatiles telles que les huiles légères, l'ammoniaque & beaucoup d'autres ſubſtances, doivent ſe condenſer dans le matras G C ; que les gaz, au contraire, qui ne peuvent être condenſés par le froid, doivent bouillonner à travers les liqueurs contenues dans les bouteilles L L' L" L'" ; que tout ce qui eſt abſorbable par l'eau doit reſter dans la bouteille L ; que tout ce qui eſt ſuſceptible d'être abſorbé par l'alkali doit reſter dans les bouteilles L' L" L'" ; enfin que les gaz qui ne ſont abſorbables ni par l'eau, ni par les alkalis, doivent s'échapper par le tube RM, à la ſortie duquel ils peuvent être reçus dans des cloches de verre.

Enfin ce qu'on appeloit autrefois le *caput mortuum*, le charbon & la terre comme absolument fixes, doivent rester dans la cornue.

On a toujours dans cette manière d'opérer une preuve matérielle de l'exactitude du résultat; car le poids des matières en total doit être le même avant & après l'opération: si donc on a opéré par exemple sur 8 onces de gomme arabique ou d'amidon, le poids du résidu charbonneux qui restera dans la cornue A après l'opération, plus celui des produits rassemblés dans son col & dans le matras G C, plus celui du gaz rassemblé dans la cloche M, plus enfin l'augmentation de poids acquise par les bouteilles L, L', L'', L'''; tous ces poids, dis-je, réunis doivent former un total de 8 onces. S'il y a plus ou moins, il y a erreur, & il faut recommencer l'expérience jusqu'à ce qu'on ait un résultat dont on soit satisfait, & qui diffère à peine de 6 ou 8 grains par livre de matière mise en expérience.

J'ai rencontré long-temps dans ce genre d'expériences des difficultés presqu'insurmontables, & qui m'auroient obligé d'y renoncer, si je ne fusse parvenu enfin à les lever par un moyen très-simple, & dont M. Hassenfratz m'a fourni l'idée. Le moindre ralentissement dans le degré de feu du fourneau, & beaucoup d'autres circonstances inséparables de ce genre d'expériences,

occafionnent fouvent des réabforptions de gaz: l'eau de la cuve rentre rapidement dans la bouteille L''' par le tube x''' R M : la même chofe arrive d'une bouteille à l'autre, & fouvent la liqueur remonte jufques dans le ballon C. On prévient ces accidens en employant des bouteilles à trois tubulures, & en adaptant à l'une d'elles un tube capillaire St, $s't'$, $s''t''$, $s'''t'''$, dont le bout doit plonger dans la liqueur des bouteilles. S'il y a abforption foit dans la cornue, foit dans quelques-unes des bouteilles, il rentre par ces tubes de l'air extérieur qui remplace le vide qui s'eft formé, & on en eft quitte pour avoir un petit mélange d'air commun dans les produits; mais au moins l'expérience n'eft pas entièrement manquée. Ces tubes peuvent bien admettre de l'air extérieur, mais ils ne peuvent en laiffer échapper, parce qu'ils font toujours bouchés dans leur partie inférieure t t' t'' t''' par le fluide des bouteilles.

On conçoit que pendant le cours de l'expérience la liqueur des bouteilles doit remonter dans chacun de ces tubes à une hauteur relative à la preffion qu'éprouve l'air ou le gaz contenu dans la bouteille ; or cette preffion eft déterminée par la hauteur & par le poids de la colonne de liquide contenu dans toutes les bouteilles fubféquentes. En fuppofant donc qu'il y ait trois pouces de liqueur dans chaque bouteille, que la hauteur de l'eau de

la cuve soit également de trois pouces au-dessus de l'orifice du tuyau R M, enfin que la pesanteur spécifique des liqueurs contenues dans les bouteilles ne diffère pas sensiblement de celle de l'eau; l'air de la bouteille L sera comprimé par un poids égal à celui d'une colonne d'eau de 12 pouces. L'eau s'élevera donc de 12 pouces dans le tube S *t*, d'où il résulte qu'il faut donner à ce tube plus de 12 pouces de longueur au-dessus du niveau du liquide *a b*. Le tube *s' t'* doit par la même raison avoir plus de 9 pouces, le tube *s'' t''* plus de six, & le tube *s''' t'''* plus de trois. On doit au surplus donner à ces tubes plus que moins de longueur à cause des oscillations qui ont souvent lieu. On est obligé dans quelques cas d'introduire un semblable tube entre la cornue & le ballon; mais comme ce tube ne plonge point dans l'eau, comme il n'est point bouché par un liquide, au moins jusqu'à ce qu'il en ait passé par le progrès de distillation, il faut en boucher l'ouverture supérieure avec un peu de lut, & ne l'ouvrir qu'au besoin, ou lorsqu'il y a assez de liquide dans le matras C pour fermer l'extrémité du tube.

L'appareil dont je viens de donner la description, ne peut pas être employé dans des expériences exactes, toutes les fois que les matières qu'on se propose de traiter ont une action trop rapide l'une sur l'autre, ou lorsque l'une des deux ne doit être

introduite que successivement & par petites parties, comme il arrive dans les mêlanges qui font une violente effervescence. On se sert alors d'une cornue tubulée A, *planche VII, figure 1*. On y introduit l'une des deux substances, & de préférence celle qui est concrète, puis on adapte & on lute à la tubulure un tube recourbé B C D A terminé dans sa partie supérieure B en entonnoir, & par son extrêmité A en un tube capillaire : c'est par l'entonnoir B de ce tube qu'on verse la liqueur. Il faut que la hauteur B C soit assez grande pour que la liqueur qu'on doit introduire puisse faire équilibre avec la résistance occasionnée par celle contenue dans les bouteilles LL'L''L''', *planche IV, figure 1*.

Ceux qui n'ont pas l'habitude de se servir de l'appareil distillatoire que je viens de décrire, ne manqueront pas de s'effrayer de la grande quantité d'ouvertures qu'on est obligé de luter, & du temps qu'exigent les préliminaires de semblables expériences ; & en effet si on fait entrer en ligne de compte les pesées qu'il est nécessaire de faire avant l'expérience & de répéter après, les préparatifs sont beaucoup plus longs que l'expérience elle-même. Mais aussi on est bien dédommagé de ses peines quand l'expérience réussit, & on acquiert en une seule fois plus de connoissances sur la nature de la substance animale ou végétale qu'on

a soumise à la distillation, que par plusieurs semaines du travail le plus assidu.

A défaut de bouteilles triplement tubulées, on se sert de bouteilles à deux gouleaux : il est même possible de mettre les trois tubes dans la même ouverture, & de se servir de bouteilles ordinaires à gouleaux renversés, pourvu que l'ouverture soit suffisamment grande. Il faut avoir soin d'ajuster sur les bouteilles des bouchons qu'on use avec une lime très-douce, & qu'on fait bouillir dans un mélange d'huile, de cire & de térébenthine. On perce à travers ces bouchons avec une lime nommée queue de rat, voyez *planche I*, *figure* 16, autant de trous qu'il est nécessaire pour le passage des tubes; on voit un de ces bouchons représenté, *planche IV*, *figure* 8.

---

§. II.

Des dissolutions métalliques.

J'ai déjà fait sentir lorsque j'ai parlé de la solution des sels dans l'eau, combien il existoit de différence entre cette opération & la dissolution métallique. On a vu que la solution des sels n'exigeoit aucun appareil particulier, & que tout vase y étoit propre. Il n'en est pas de même de la dissolution des métaux; pour ne rien perdre dans cette dernière, & pour obtenir des résultats vraiment concluans, il faut employer des appareils très-compliqués, & dont l'invention appartient absolument aux chimistes de notre âge.

Les métaux en général se dissolvent avec effervescence dans les acides; or l'effet auquel on a donné le nom d'effervescence n'est autre chose qu'un mouvement excité dans la liqueur dissolvante par le dégagement d'un grand nombre de bulles d'air ou de fluide aériforme qui partent de la surface du métal, & qui crèvent en sortant de la liqueur dissolvante.

M. Cavendish & M. Priestley sont les premiers qui aient imaginé des appareils simples pour recueillir ces fluides élastiques. Celui de M. Priestley consiste en une bouteille A, *planche VII, fig.* 2, bouchée en B avec un bouchon de liège troué

dans son milieu, & qui laisse passer un tube de verre recourbé en B C, qui sengage sous des cloches remplies d'eau, & renversées dans un bassin plein d'eau : on commence par introduire le métal dans la bouteille A, on verse l'acide par-dessus, puis on bouche avec le bouchon garni de son tube B C.

Mais cet appareil n'est pas sans inconvénient, du moins pour des expériences très-exactes. Premièrement lorsque l'acide est très-concentré, & que le métal est très-divisé, l'effervescence commence souvent avant qu'on ait eu le temps de boucher la bouteille ; il y a perte de gaz, & on ne peut plus déterminer les quantités avec exactitude. Secondement dans toutes les opérations où l'on est obligé de faire chauffer, il y a une partie de l'acide qui se distille & qui se mêle avec l'eau de la cuve ; en sorte qu'on se trompe dans le calcul des quantités d'acide décomposées. Troisièmement enfin l'eau de la cuve absorbe tous les gaz susceptibles de se combiner avec l'eau, & il est impossible de les recueillir sans perte.

Pour remédier à ces inconvéniens, j'avois d'abord imaginé d'adapter à une bouteille à deux gouleaux A, *planche VII*, *fig.* 3, un entonnoir de verre B C, qu'on y lute de manière à ne laisser aucune issue à l'air. Dans cet entonnoir entre une tige de cristal D E usée en D à l'émeri avec l'entonnoir,

de manière à le fermer comme le bouchon d'un flacon.

Lorsqu'on veut opérer, on commence par introduire dans la bouteille A la matière à dissoudre : on lute l'entonnoir, on le bouche avec la tige DE, puis on y verse de l'acide qu'on fait passer dans la bouteille en aussi petite quantité que l'on veut, en soulevant doucement la tige : on répète successivement cette opération jusqu'à ce qu'on soit arrivé au point de saturation.

On a employé depuis un autre moyen qui remplit le même objet, & qui dans certains cas est préférable : j'en ai déjà donné une idée dans le paragraphe différent. Il consiste à adapter à l'une des tubulures de la bouteille A, *planche VII*, *fig. 4*, un tube recourbé DEFG terminé en D par une couverture capillaire, & en G par un entonnoir soudé au tube ; on le lute soigneusement & solidement dans la tubulure C. Lorsqu'on verse une petite goutte de liqueur dans le tube par l'entonnoir G, elle tombe dans la partie F ; si on en ajoute davantage, elle parvient à dépasser la courbure E & à s'introduire dans la bouteille A : l'écoulement dure tant qu'on fournit de nouvelle liqueur par l'entonnoir G. On conçoit qu'elle ne peut jamais être chassée en dehors du tube EFG, & qu'il ne peut jamais sortir d'air ou de gaz de la bouteille ; parce que le poids de la liqueur l'en empêche & fait l'effet d'un véritable bouchon.

Pour remédier au second inconvénient, à celui de la distillation de l'acide, qui s'opère sur-tout dans les dissolutions qui sont accompagnées de chaleur, on adapte à la cornue A, *planche VII, fig. 1*, un petit matras tubulé M qui reçoit la liqueur qui se condense.

Enfin pour séparer les gaz absorbables par l'eau, tel que le gaz acide carbonique, on ajoute une bouteille L à deux gouleaux, dans laquelle on met de l'alkali pur étendu d'eau : l'alkali absorbe tout le gaz acide carbonique, & il ne passe plus, communément, sous la cloche par le tube M O, qu'une ou deux espèces de gaz tout au plus : on a vu dans le premier chapitre de cette troisième partie comment on parvenoit à les séparer. Si une bouteille d'alkali ne suffit pas, on en ajoute jusqu'à trois & quatre.

§. III.

Des Appareils relatifs aux fermentations vineuse & putride.

La fermentation vineuse & la fermentation putride exigent des appareils particuliers, & destinés uniquement à ce genre d'expériences. Je vais décrire celui que j'ai cru devoir définitivement adopter, après y avoir fait successivement un grand nombre de corrections.

On prend un grand matras A, *planche X*, d'environ 12 pintes de capacité : on y adapte une virole de cuivre *a b* solidement mastiquée, & dans laquelle se visse un tuyau coudé *c d* garni d'un robinet *e*. A ce tuyau s'adapte une espèce de récipient de verre à trois pointes B, au-dessous duquel est placée une bouteille C avec laquelle il communique. A la suite du récipient B est un tube de verre *g h i*, mastiqué en *g* & en *i* avec des viroles de cuivre : il est destiné à recevoir un sel concret très-déliquescent, tel que du nitrate ou du muriate de chaux, de l'acéiite de potasse, &c.

Enfin ce tube est suivi de deux bouteilles D, E, remplies jusqu'en *x y* d'alkali dissous dans l'eau, & bien dépouillé d'acide carbonique.

Toutes les parties de cet appareil sont réunies les unes avec les autres par le moyen de vis & d'écrous qui se serrent ; les points de contact sont garnis de cuir gras qui empêche tout passage de l'air : enfin chaque pièce est garnie de deux robinets, de manière qu'on peut la fermer par ses deux extrémités, & peser ainsi chacune séparément à toutes les époques de l'expérience qu'on le juge à propos.

C'est dans le ballon A qu'on met la matière fermentescible, du sucre par exemple, & de la levure de bière étendue d'une suffisante quantité d'eau, & dont le poids est bien déterminé. Quelquefois lorf-

que la fermentation est trop rapide, il se forme une quantité considérable d'écume qui non-seulement remplit le col du ballon, mais qui passe dans le récipient B & coule dans la bouteille C. C'est pour recueillir cette mousse & empêcher qu'elle ne passe dans le tube déliquescent, qu'on a donné une capacité considérable au récipient B & à la bouteille C.

Il ne se dégage dans la fermentation du sucre, c'est-à-dire dans la fermentation vineuse, que de l'acide carbonique qui emporte avec lui un peu d'eau qu'il tient en dissolution. Il en dépose une grande partie en passant par le tube *g h i* qui contient un sel déliquescent en poudre grossière, & on en connoît la quantité par l'augmentation de poids acquise par le sel. Ce même acide carbonique bouillonne ensuite à travers la liqueur alkaline de la bouteille D, dans laquelle il est conduit par le tube *k l m*. La petite portion qui n'a point été absorbée par l'alkali contenu dans cette première bouteille, n'échappe point à la seconde E, & ordinairement il ne passe absolument rien sous la cloche F, si ce n'est l'air commun qui étoit contenu au commencement de l'expérience dans le vide des vaisseaux.

Le même appareil peut servir pour les fermentations putrides; mais alors il passe une quantité considérable de gaz hydrogène par le tube *qrstu*,

lequel est reçu dans la cloche F ; & comme le dégagement est rapide, sur-tout en été, il faut la changer fréquemment. Ces fermentations exigent en conséquence une surveillance continuelle, tandis que la fermentation vineuse n'en exige aucune.

On voit qu'au moyen de cet appareil on peut connoître avec une grande précision le poids des matériaux mis à fermenter, & celui de tous les produits liquides ou aériformes qui s'en sont dégagés. On peut voir les détails dans lesquels je suis entré sur le résultat de la fermentation vineuse, dans le Chapitre XIII de la première partie de cet Ouvrage, page 139.

---

§. IV.

Appareil particulier pour la décomposition de l'eau.

J'ai déjà exposé, dans la première partie de cet Ouvrage, Chapitre VIII, page 87, les expériences relatives à la décompofition de l'eau ; j'éviterai donc des répétitions inutiles, & je me bornerai à des obfervations très-fommaires. Les matières qui ont la propriété de décompofer l'eau, font principalement le fer & le charbon ; mais il faut pour cela qu'ils foient portés à une chaleur rouge : fans cette condition l'eau fe réduit fimplement en vapeurs, & elle fe condenfe enfuite par le refroidiffement, fans avoir éprouvé la moindre altération : à une chaleur rouge au contraire, le fer & le charbon enlèvent l'oxygène à l'hydrogène ; dans le premier cas il fe forme de l'oxide noir de fer, & l'hydrogène fe dégage libre & pur fous la forme de gaz ; dans le fecond il fe forme du gaz acide carbonique qui fe dégage mêlé avec le gaz hydrogène, & ce dernier eft communément carbonifé.

On fe fert avec avantage, pour décompofer l'eau par le fer, d'un canon de fufil dont on ôte la culaffe. On trouve aifément de ces fortes

de canons chez les marchands de féraille. On doit choisir les plus longs & les plus forts : lorsqu'ils sont trop courts & qu'on craint que les luts ne s'échauffent trop, on y fait souder en soudure forte un bout de tuyau de cuivre. On place ce tuyau de fer dans un fourneau allongé CDEF, *planche VII*, *figure 11*, en lui donnant une inclinaison de quelques degrés de E en F : cette inclinaison doit être un peu plus grande qu'elle n'est présentée dans la *figure 11*. On adapte à la partie supérieure E de ce tuyau, une cornue de verre qui contient de l'eau & qui est placée sur un fourneau V V X X. On le lute par son extrêmité inférieure F avec un serpentin SS', qui s'adapte lui-même avec un flacon tubulé H, où se rassemble l'eau qui a échappé à la décomposition. Enfin le gaz qui se dégage est porté à la cuve où il est reçu sous des cloches par le tube KK adapté à la tubulure K du flacon H. Au lieu de la cornue A, on peut employer un entonnoir fermé d'un robinet par le bas, & par lequel on laisse couler l'eau goutte à goutte. Si-tôt que cette eau est parvenue à la partie où le tube est échauffé, elle se vaporise, & l'expérience a lieu de la même manière que si elle étoit fournie en vapeurs par le moyen de la cornue A.

Dans l'expérience que nous avons faite, M.

M. Meufnier & moi, en préfence des Commiffaires de l'Académie, nous n'avions rien négligé pour obtenir la plus grande précifion poffible dans les réfultats ; nous avions même porté le fcrupule jufqu'à faire le vide dans les vaiffeaux avant de commencer l'expérience, afin que le gaz hydrogène que nous obtiendrions fût exempt de mêlange de gaz azote. Nous rendrons compte à l'Académie, dans un très-grand détail, des réfultats que nous avons obtenus.

Dans un grand nombre de recherches on eft obligé de fubftituer au canon de fufil des tubes de verre, de porcelaine ou de cuivre. Mais les premiers ont l'inconvénient d'être faciles à fondre : pour peu que l'expérience ne foit pas bien ménagée, le tube s'applatit & fe déforme. Les tubes de porcelaine font la plûpart percés d'une infinité de petits trous imperceptibles par lefquels le gaz s'échappe, furtout s'il eft comprimé par une colonne d'eau. C'eft ce qui m'a déterminé à me procurer un tube de cuivre rouge, que M. de la Briche a bien voulu faire couler plein & faire forer fous fes yeux à Strasbourg. Ce tube eft très-commode pour opérer la décompofition de l'alkool : on fait en effet qu'expofé à une chaleur rouge, il fe réfout en carbone, en gaz acide

carbonique & en gaz hydrogène. Ce même tube peut également servir à la décomposition de l'eau par le carbone, & à un grand nombre d'expériences.

§. V.

De la préparation & de l'emploi des Luts.

Si dans un temps où l'on perdoit une grande partie des produits de la distillation, où l'on ne tenoit aucun compte de tout ce qui se séparoit sous forme de gaz, en un mot, où l'on ne faisoit aucune expérience exacte & rigoureuse, on sentoit déjà la nécessité de bien luter les jointures des appareils distillatoires; combien cette opération manuelle & mécanique n'est-elle pas devenue plus importante, depuis qu'on ne se permet plus de rien perdre dans les distillations & dans les dissolutions, depuis qu'on exige qu'un grand nombre de vaisseaux réunis ensemble se comportent comme s'ils n'étoient que d'une seule pièce, & comme s'ils étoient hermétiquement fermés; enfin depuis qu'on est plus satisfait des expériences, qu'autant que la somme du poids des produits obtenus est égale à celui des matériaux mis en expérience?

La première condition qu'on exige de tout lut destiné à fermer les jointures des vaisseaux, est

d'être aussi imperméable que le verre lui-même, de manière qu'aucune matière, si subtile qu'elle soit, à l'exception du calorique, ne puisse le pénétrer. Une livre de cire fondue avec une once & demie ou deux onces de térébenthine, remplissent très-bien ce premier objet; il en résulte un lut facile à manier, qui s'attache fortement au verre & qui ne se laisse pas facilement pénétrer: on peut lui donner plus de consistance & le rendre plus ou moins dur, plus ou moins sec, plus ou moins souple, en y ajoutant différentes résines. Cette classe de luts a l'avantage de pouvoir se ramollir par la chaleur, ce qui les rend commodes pour fermer promptement les jointures des vaisseaux: mais, quelque parfaits qu'ils soient pour contenir les gaz & les vapeurs, il s'en faut bien qu'ils puissent être d'un usage général. Dans presque toutes les opérations chimiques, les luts sont exposés à une chaleur considérable & souvent supérieure au degré de l'eau bouillante; or à ce degré les résines se ramollissent, elles deviennent presque liquides, & les vapeurs expansives contenues dans les vaisseaux se font bientôt jour & bouillonnent à travers.

On a donc été obligé d'avoir recours à des matières plus propres à résister à la chaleur, & voici le lut auquel les Chimistes se sont arrêtés après beaucoup de tentatives; non pas qu'il n'ait

quelques inconvéniens, comme je le dirai bientôt, mais parce qu'à tout prendre c'est encore celui qui réunit le plus d'avantages. Je vais donner quelques détails sur sa préparation & sur-tout sur son emploi : une longue expérience en ce genre m'a mis en état d'applanir aux autres un grand nombre de difficultés.

L'espèce de lut dont je parle dans ce moment, est connue des Chimistes sous le nom de lut gras. Pour le préparer on prend de l'argile non cuite, pure & très-sèche ; on la réduit en poudre fine, & on la passe au tamis de soie. On la met ensuite dans un mortier de fonte, & on la bat pendant plusieurs heures à coups redoublés avec un lourd pilon de fer, en l'arrosant peu-à-peu avec de l'huile de lin cuite, c'est-à-dire, avec de l'huile de lin qu'on a oxygénée & rendue siccative par l'addition d'un peu de litharge. Ce lut est encore meilleur & plus ténace, il s'attache mieux au verre quand, au lieu d'huile grasse ordinaire, on emploie du vernis gras au succin. Ce vernis n'est autre chose qu'une dissolution de succin ou ambre jaune dans de l'huile de lin ; mais cette dissolution n'a lieu qu'autant que le succin a été préalablement fondu seul : il perd dans cette opération préalable un peu d'acide succinique & un peu d'huile. Le lut fait avec le vernis gras est, comme je l'ai dit, un peu préférable à celui fait avec de l'huile de

lin seule ; mais il est beaucoup plus cher, & l'excédent de qualité qu'on acquiert n'est pas en proportion de l'excédent du prix : aussi est-il rarement employé.

Le lut gras résiste très-bien à un degré de chaleur même assez violent : il est imperméable aux acides & aux liqueurs spiritueuses ; il prend bien sur les métaux, sur le grès, sur la porcelaine & sur le verre, mais pourvu qu'ils ayent été préalablement bien séchés. Si par malheur dans le cours d'une opération la liqueur en distillation s'est fait jour & qu'il ait pénétré quelque peu d'humidité, soit entre le verre & le lut, soit entre différentes couches même du lut, il est d'une extrême difficulté de reboucher les ouvertures qui se sont formées ; & c'est un des principaux inconvéniens, peut-être le seul, que présente l'usage du lut gras.

La chaleur ramollit ce lut, & même au point de le faire couler ; il a besoin en conséquence d'être contenu. Le meilleur moyen est de le recouvrir avec des bandes de vessie, qu'on mouille & qu'on tortille tout autour. On fait ensuite une ligature avec de gros fil au-dessus & au-dessous du lut, puis on passe par-dessus le lut même & par conséquent par-dessus la vessie qui le recouvre, un grand nombre de tours de fil : un lut arrangé avec ces précautions, est à l'abri de tout accident.

Très-souvent la figure des jointures des vaisseaux ne permet pas d'y faire une ligature, & c'est ce qui arrive au col des bouteilles à trois gouleaux : il faut d'ailleurs beaucoup d'adresse pour serrer suffisamment le fil sans ébranler l'appareil, & dans les expériences où les luts sont très-multipliés, on en dérangeroit souvent plusieurs pour en arranger un seul. Alors on substitue à la vessie & à la ligature des bandes de toile imbibées de blanc d'œuf dans lequel on a délayé de la chaux. On applique sur le lut gras les bandes de toile encore humides ; en peu de temps elles se sèchent & acquièrent une assez grande dureté. On peut appliquer ces mêmes bandes sur les luts de cire & de résine. De la colle forte délayée dans de l'eau, peut suppléer au blanc d'œuf.

La première attention qu'on doit avoir avant d'appliquer un lut quelconque sur les jointures des vaisseaux est de les asseoir & de les assujettir solidement, de manière qu'ils ne puissent se prêter à aucun mouvement. Si c'est le col d'une cornue qu'on veut luter à celui d'un récipient, il faut qu'il y entre à peu près juste ; s'il y a un peu de jeu, il faut assujettir les deux vaisseaux en introduisant entre leurs cols de petits morceaux fort courts d'allumettes ou de bouchon. Si la disproportion des deux cols est trop grande, on choisit un bouchon qui entre juste dans le col du matras

ou récipient ; on fait au milieu de ce bouchon un trou rond de la grosseur nécessaire pour recevoir le col de la cornue.

La même précaution est nécessaire à l'égard des tubes recourbés, qui doivent être lutés à des gouleaux de bouteille, comme dans la *pl. IV*, *fig. 1*. On commence par choisir un bouchon qui entre juste dans le gouleau ; puis on le perce d'un trou avec une lime d'une espèce nommée *queue de rat*. *Voyez* une de ces limes représentée *planc. 1*, *fig. 16*. Quand un même gouleau est destiné à recevoir deux tubes, ce qui arrive très-souvent, sur-tout à défaut de bouteilles à deux & à trois gouleaux, on perce le bouchon de deux & de trois trous, pour qu'il puisse recevoir deux ou trois tubes. On voit un de ces bouchons représenté *planche IV*, *figure 8*.

Ce n'est que lorsque l'appareil est ainsi solidement assujetti & de manière à ce qu'aucune partie n'en puisse jouer, qu'on doit commencer à luter. On ramollit d'abord à cet effet le lut, en le pêtrissant ; quelquefois même, sur-tout en hiver, on est obligé de le faire légèrement chauffer : on le roule ensuite entre les doigts, pour le réduire en petits cylindres qu'on applique sur les vases qu'on veut luter, en ayant soin de les appuyer & de les applatir sur le verre, afin qu'ils y contractent de l'adhérence. A un premier petit cylindre

on en ajoute un second, qu'on applatit également, mais de manière que son bord empiète sur le précédent, & ainsi de suite. Quelque simple que soit cette opération, il n'est pas donné à tout le monde de la bien faire, & il n'est pas rare de voir les personnes peu au fait, recommencer un grand nombre de fois des luts sans succès, tandis que d'autres y réussissent avec certitude & dès la première fois. Le lut fait, on le recouvre, comme je l'ai dit, avec de la vessie bien ficelée & bien serrée, ou avec des bandes de toiles imbibées de blanc d'œuf & de chaux. Je répéterai encore qu'il faut bien prendre garde, en faisant un lut & sur-tout en le ficelant, d'ébranler tous les autres; autrement on détruiroit son propre ouvrage, & on ne parviendroit jamais à clòre les vaisseaux.

On ne doit jamais commencer une expérience, sans avoir essayé préalablement les luts. Il suffit pour cela, ou de chauffer très-légèrement la cornue A, *planche IV, figure 1*, ou de souffler de l'air par quelques-uns des tubes *s s' s'' s'''*; le changement de pression qui en résulte, doit changer le niveau de la liqueur dans tous les tubes; mais si l'appareil perd air de quelque part, la liqueur se remet bientôt à son niveau; elle reste au contraire constamment, soit au-dessus, soit au-dessous, si l'appareil est bien fermé.

On ne doit pas oublier que c'eſt de la manière de luter, de la patience, de l'exactitude qu'on y apporte, que dépendent tous les ſuccès de la Chimie moderne : il n'eſt donc point d'opération qui demande plus de ſoins & d'attention.

Ce feroit un grand ſervice à rendre aux Chimiſtes & ſur-tout aux Chimiſtes pneumatiques, que de les mettre en état de ſe paſſer de luts, ou du moins d'en diminuer conſidérablement le nombre. J'avois d'abord penſé à faire conſtruire des appareils dont toutes les parties fuſſent bouchées à frottement, comme les flacons bouchés en criſtal ; mais l'exécution m'a préſenté d'aſſez grandes difficultés. Il m'a paru préférable de ſuppléer aux luts par le moyen de colonnes de mercure, de quelques lignes de hauteur. Je viens de faire exécuter dans cette vue un appareil dont je vais donner la deſcription, & dont l'uſage me paroît pouvoir être utile & commode dans un grand nombre de circonſtances.

Il conſiſte dans une bouteille A, *planche XII, figure 12*, à double gouleau ; l'un intérieur *b c*, communique avec le dedans de la bouteille, l'autre extérieur *d e*, qui laiſſe un intervalle entre lui & le précédent, & qui forme

tout autour une profonde rigole *d b*, *c e*, destinée à recevoir du mercure. C'eſt dans cette rigole qu'entre & s'ajuſte le couvercle de verre B. Il a par le bas des échancrures pour le paſſage des tubes de verre deſtinés au dégagement des gaz. Ces tubes, au lieu de plonger directement dans la bouteille A, comme dans les appareils ordinaires, ſe contournent auparavant, comme on le voit *figure 13*, pour s'enfoncer dans la rigole, & pour paſſer par-deſſous les échancrures du couvercle B : ils remontent enſuite pour entrer dans la bouteille, en paſſant par-deſſus les bords du gouleau intérieur.

Il eſt aiſé de voir que, lorſque les tubes ont été mis en place, que le couvercle B a été ſolidement aſſujetti, & que la rigole *d b*, *c e* a été remplie de mercure, la bouteille ſe trouve fermée & ne communique plus à l'extérieur que par les tubes.

Un appareil de cette eſpèce ſera très-commode dans un grand nombre d'expériences; mais on ne pourra le mettre en uſage que dans la diſtillation des matières qui n'ont point d'action ſur le mercure.

M. Séguin, dont les ſecours actifs & intelligens m'ont été ſi ſouvent utiles, a même déjà

commandé dans les verreries des cornues jointes hermétiquement à des récipiens ; en forte qu'il feroit possible de parvenir à n'avoir plus aucun lut. On voit, *planche XII*, *fig. 14*, un appareil monté d'après les principes que je viens d'exposer.

CHAPITRE VII.

Des opérations relatives à la combuſtion proprement dite & à la détonation.

LA combuſtion n'eſt autre choſe, d'après ce qui a été expoſé dans la première Partie de cet Ouvrage, que la décompoſition du gaz oxigène opérée par un corps combuſtible. L'oxygène qui forme la baſe de ce gaz eſt abſorbé, le calorique & la lumière deviennent libres & ſe dégagent. Toute combuſtion entraîne donc avec elle l'idée d'oxygénation, tandis qu'au contraire l'oxygénation n'entraîne pas eſſentiellement l'idée de combuſtion, puiſque la combuſtion proprement dite ne peut avoir lieu ſans un dégagement de lumière & de calorique. Il faut, pour que la combuſtion s'opère, que la baſe du gaz oxygène ait plus d'affinité avec le corps combuſtible, qu'elle n'en a avec le calorique : or cette attraction élective, pour me ſervir de l'expreſſion de Bergman, n'a lieu qu'à un certain degré de température, qui même eſt différent pour chaque ſubſtance combuſtible ; de-là la néceſſité de donner le premier mouvement à la combuſtion par l'approche d'un corps chaud. Cette néceſ-

fité d'échauffer le corps qu'on se propose de brûler, tient à des considérations qui n'ont encore fixé l'attention d'aucun Physicien, & auxquelles je demande la permission de m'arrêter quelques instans ; on verra qu'elles ne s'éloignent pas de mon sujet.

L'état actuel où nous voyons la nature est un état d'équilibre auquel elle n'a pu arriver, qu'après que toutes les combustions spontanées possibles au degré de chaleur dans lequel nous vivons, toutes les oxygénations possibles ont eu lieu. Il ne peut donc y avoir de nouvelles combustions ou oxygénations, qu'autant qu'on sort de cet état d'équilibre & qu'on transporte les substances combustibles dans une température plus élevée. Eclaircissons par un exemple ce que cet énoncé peut présenter d'abstrait. Supposons que la température habituelle de la terre changeât d'une très-petite quantité, & qu'elle devînt seulement égale à celle de l'eau bouillante : il est évident que le phosphore étant combustible beaucoup au-dessous de ce degré, cette substance n'existeroit plus dans la nature dans son état de pureté & de simplicité, elle se présenteroit toujours dans l'état d'acide, c'est-à-dire oxygénée, & son radical seroit au nombre des substances inconnues. Il en seroit successivement de même de tous les corps combustibles, si la température de la terre deve-

noit de plus en plus élevée ; & on arriveroit enfin à un point où toutes les combuſtions poſſibles feroient épuiſées, où il ne pourroit plus exiſter de corps combuſtibles, où tous feroient oxygénés & par conſéquent incombuſtibles.

Revenons donc à dire qu'il ne peut y avoir pour nous de corps combuſtibles, que ceux qui ſont incombuſtibles au degré de température dans lequel nous vivons ; ou ce qui veut dire la même choſe en d'autres termes, qu'il eſt de l'eſſence de tout corps combuſtible de ne pouvoir jouir de la propriété combuſtible, qu'autant qu'on l'échauffe & qu'on le tranſporte au degré de chaleur où s'opère ſa combuſtion. Ce degré une fois atteint, la combuſtion commence, & le calorique qui ſe dégage par l'effet de la décompoſition du gaz oxygène, entretient le degré de température néceſſaire pour la continuer. Lorſqu'il en eſt autrement, c'eſt-à-dire, lorſque le calorique fourni par la décompoſition du gaz oxygène n'eſt pas ſuffiſant pour que le degré de chaleur néceſſaire à la combuſtion ſe continue, elle ceſſe : c'eſt ce qu'on exprime lorſqu'on dit que le corps brûle mal, qu'il eſt difficilement combuſtible.

Quoique la combuſtion ait quelque choſe de commun avec la diſtillation, ſur-tout avec la diſtillation compoſée, elle en diffère cependant

en un point essentiel. Il y a bien dans la distillation séparation d'une partie des principes du corps que l'on y soumet, & combinaison de ces mêmes principes dans un autre ordre, déterminé par les affinités qui ont lieu à la température à laquelle s'est opérée la distillation; mais il y a plus dans la combustion, il y a addition d'un nouveau principe, l'oxygène, & dissipation d'un autre principe, le calorique.

C'est cette nécessité d'employer l'oxygène dans l'état de gaz & d'en déterminer rigoureusement les quantités, qui rend si embarrassantes les expériences relatives à la combustion. Une autre difficulté inséparable de ces opérations, tient à ce que les produits qu'elles fournissent se dégagent presque toujours dans l'état de gaz: si donc il est difficile de retenir & de rassembler les produits de la distillation, il l'est bien davantage de recueillir ceux de la combustion; aussi aucun des anciens Chimistes n'en a-t-il eu la prétention, & ce genre d'expérience appartient-il absolument à la Chimie moderne.

Après avoir rappelé d'une manière générale le but qu'on doit se proposer dans les différentes expériences relatives à la combustion, je passe à la description des différens appareils que j'ai imaginés dans cette vue. Je n'adopterai dans les articles qui composeront ce Chapitre, au-

cune division relative à la nature des combustibles ; je les classerai relativement à la nature des appareils qui conviennent à leur combustion.

§. I.

De la Combustion du Phosphore & du Charbon.

J'ai déjà décrit, page 57 du tome premier, les appareils que j'ai employés pour la combustion du charbon & du phosphore. Cependant, comme j'avois alors plutôt en vue de donner une idée du résultat de ces combustions, que d'enseigner le détail des procédés nécessaires pour les obtenir, je ne me suis peut-être pas assez étendu sur la manipulation relative à ce genre d'expériences.

On commence, pour opérer la combustion du phosphore ou du charbon, par remplir de gaz oxygène dans l'appareil pneumato-chimique à l'eau, *planche V*, *fig. 1*, une cloche de six pintes au moins de capacité. Lorsqu'elle est pleine à raz & que le gaz commence à dégorger par-dessous, on transporte cette cloche A sur l'appareil au mercure, *planche IV*, *figure 3*, à l'aide d'un vaisseau de verre ou de faïence très-plat, qu'on passe par-dessous. Cette opération faite, on sèche bien avec du papier gris la surface du mercure,

mercure, tant dans l'intérieur qu'à l'extérieur de la cloche. Cette opération demande quelques précautions : si on n'avoit pas l'attention de plonger le papier gris pendant quelque temps entièrement sous le mercure avant de l'introduire sous la cloche, on y feroit passer de l'air commun qui s'attache avec beaucoup de ténacité au papier.

On a d'un autre côté une petite capsule D, de fer ou de porcelaine plate & évasée, sur laquelle on place le corps qu'on veut brûler, après en avoir très-exactement determiné le poids à la balance d'essai ; on recouvre ensuite cette capsule d'une autre un peu plus grande P, qui fait à son égard l'office de la cloche du plongeur, & on fait passer le tout à travers le mercure : après quoi on retire à travers le mercure la capsule P qui ne servoit en quelque façon que de couvercle. On peut éviter l'embarras & la difficulté de faire passer les matières à travers le mercure, en soulevant un des côtés de la cloche pendant un instant presqu'indivisible, & en introduisant ainsi, par le passage qu'on s'est ménagé, la capsule avec le corps combustible. Il se mêle dans cette seconde manière d'opérer un peu d'air commun avec le gaz oxygène ; mais ce mélange qui est peu considérable, ne nuit ni au succès, ni à l'exactitude de l'expérience.

Lorsque la capsule D, *planche IV*, *fig.* 3, est introduite sous la cloche, on suce une partie du gaz oxygène qu'elle contient pour élever le mercure jusqu'en E F. Sans cette précaution, dès que le corps combustible seroit allumé, la chaleur dilateroit l'air; elle en feroit passer une portion par-dessous la cloche, & on ne pourroit plus faire aucun calcul exact sur les quantités. On se sert, pour sucer l'air, d'un siphon G H I, qu'on passe par-dessous la cloche; & pour qu'il ne s'emplisse pas de mercure, on tortille à son extrémité I un petit morceau de papier.

Il y a un art pour élever ainsi en suçant une colonne de mercure à une hauteur de plusieurs pouces au-dessus de son niveau; si on se contentoit d'aspirer l'air avec le poumon, on n'atteindroit qu'à une très-médiocre élévation, par exemple, d'un pouce ou d'un pouce & demi tout au plus; encore n'y parviendroit-on qu'avec de grands efforts; tandis que par l'action des muscles de la bouche on peut élever sans se fatiguer, ou au moins sans risquer de s'incommoder, le mercure jusqu'à six à sept pouces. Un moyen plus commode encore est de se servir d'une petite pompe que l'on adapte au siphon G H I : on élève alors le mercure à telle hauteur qu'on le juge à propos, pourvu qu'elle n'excède pas 28 pouces.

Si le corps combuſtible eſt fort inflammable, comme le phoſphore, on l'allume avec un fer recourbé M N, *planche IV*, *figure 16*, qu'on fait rougir au feu, & qu'on paſſe bruſquement ſous la cloche; dès qu'il eſt en contact avec le phoſphore, ce dernier s'allume. Pour les corps moins combuſtibles, tels que le fer, quelques autres métaux, le charbon, &c. on ſe ſert d'un petit fragment d'amadoue ſur lequel on place un atôme de phoſphore : on allume également ce dernier avec un fer rouge recourbé; l'inflammation ſe communique à l'amadoue, puis au corps combuſtible.

Dans le premier inſtant de la combuſtion, l'air ſe dilate & le mercure deſcend; mais lorſqu'il n'y a point de fluide élaſtique formé, comme dans la combuſtion du fer & du phoſphore, l'abſorption devient bientôt ſenſible, & le mercure remonte très-haut dans la cloche. Il faut en conſéquence avoir attention de ne point brûler une trop grande quantité du corps combuſtible dans une quantité donnée d'air; autrement la capſule, vers la fin de la combuſtion, s'approcheroit trop du dôme de la cloche, & la grande chaleur pourroit en occaſionner la fracture.

J'ai indiqué, Chapitre II, §. V & VI, les opérations relatives à la meſure du volume des gaz,

les corrections qu'il faut faire à ce volume, relativement à la hauteur du baromètre & au degré du thermomètre; je n'ajouterai rien de plus à cet égard, l'exemple fur-tout que j'ai cité, page 59, étant précifément tiré de la combuftion du phofphore.

Le procédé que je viens de décrire peut être employé avec fuccès pour la combuftion de toutes les fubftances concrètes, & même pour celle des huiles fixes. On brûle ces dernières dans des lampes, & on les allume avec affez de facilité fous la cloche, par le moyen du phofphore, de l'amadoue & d'un fer chaud; mais ce moyen n'eft pas fans dangers pour les fubftances qui font fufceptibles de fe vaporifer à un degré de chaleur médiocre, telles que l'éther, l'efprit-de-vin, les huiles effentielles. Ces fubftances volatiles fe diffolvent en affez grande quantité dans le gaz oxygène; quand on allume, il fe fait une détonation fubite qui enlève la cloche à une grande hauteur & qui la brife en éclats. J'ai éprouvé deux de ces détonations, dont des membres de l'Académie ont penfé, ainfi que moi, être les victimes. Cette manière d'opérer a d'ailleurs un grand inconvénient: elle fuffit bien pour déterminer avec quelque exactitude la quantité de gaz oxygène abforbé, & celle d'acide carbonique qui s'eft formé; mais

ces produits ne sont pas les seuls qui résultent de la combustion : il se forme de l'eau toutes les fois qu'on opère sur des matières végétales ou animales, parce qu'elles contiennent toutes de l'hydrogène en excès ; or l'appareil que je viens de décrire, ne permet ni de la rassembler, ni d'en déterminer la quantité. Enfin, même pour l'acide phosphorique, l'expérience est incomplette, puisqu'il n'est pas possible de démontrer dans cette manière d'opérer, que le poids de l'acide est égal à la somme du poids du phosphore & de celui du gaz oxygène absorbé. Je me suis donc trouvé obligé de varier, suivant les cas, les appareils relatifs à la combustion, & d'en employer plusieurs de différentes espèces, dont je vais donner successivement une idée : je commence par celui destiné à la combustion du phosphore.

On prend un grand ballon de verre blanc ou de cristal A, *pl. VI, fig.* 4, dont l'ouverture E F doit avoir deux pouces & demi à trois pouces de diamètre. Cette ouverture se recouvre avec une plaque de cuivre jaune ou laiton usée à l'émeri, & qui est percée de deux trous pour le passage des tuyaux *x x x*, *y y y*.

Avant de fermer le ballon avec sa plaque, on introduit dans son intérieur un support B C surmonté d'une capsule D de porcelaine, sur

laquelle on place le phosphore. On lute ensuite la plaque de cuivre au ballon en E F avec du lut gras qu'on recouvre avec des bandes de linge imbibees de blanc d'œuf & saupoudrées de chaux. On laisse sécher pendant plusieurs jours, puis on pèse le tout avec une bonne balance. Ces préparatifs achevés, on adapte une pompe pneumatique au tuyau $x\ x\ x$, & on fait le vide dans le ballon : après quoi on introduit du gaz oxygène par le tuyau $y\ y\ y$, au moyen du gazomètre représenté *planche VIII*, *figure* 1, & dont j'ai donné la description, Chapitre II, §. II. On allume ensuite le phosphore avec un verre ardent ; & on le laisse brûler jusqu'à ce que le nuage d'acide phosphorique concret qui se forme arrête la combustion. Alors on délute & on pèse le ballon. Le poids, déduction faite de la tarre, donne celui de l'acide phosphorique qu'il contient. Il est bon, pour plus d'exactitude, d'examiner l'air ou le gaz contenu dans le ballon après la combustion, parce qu'il peut être plus ou moins pesant que l'air ordinaire, & qu'il faut tenir compte dans les calculs relatifs à l'expérience, de cette différence de pesanteur.

Les mêmes motifs qui m'ont engagé à construire un appareil particulier pour la combustion du phosphore, m'ont déterminé de pren-

dre le même parti à l'égard du charbon. Cet appareil consiste en un petit fourneau conique fait en cuivre battu, représenté en perspective, *planche XI*, *figure 9*, & vu intérieurement, *fig. 11*. On y distingue le fourneau proprement dit A B C, où doit se faire la combustion du charbon, la grille *d e*, & le cendrier F. Au milieu du fourneau est un tuyau G H, par lequel on introduit le charbon & qui sert en même-temps de cheminée pour évacuer l'air qui a servi à la combustion.

C'est par le tuyau *l m n*, qui communique avec le gazomètre, qu'est amené l'air qui est destiné à entretenir la combustion ; cet air se répand dans la capacité du cendrier F, & la pression qui lui est communiquée par le gazomètre, l'oblige à passer par la grille *d e*, & à souffler les charbons qui sont posés immédiatement dessus.

Le gaz oxygène qui entre pour les $\frac{28}{100}$ dans la composition de l'air de l'atmosphère, se convertit, comme l'on sait, en gaz acide carbonique dans la combustion du charbon. Le gaz azote au contraire ne change point d'état ; il doit donc rester, après la combustion, un mélange de gaz azote & de gaz acide carbonique. Pour donner issue à ce mélange, on a adapté à la cheminée G H un tuyau *o p* qui s'y visse

en G, de manière à ne laisser échapper aucune portion d'air. Le mélange des deux gaz est conduit par ce tuyau à des bouteilles remplies de potasse en liqueur & bien dépouillée d'acide carbonique, à travers laquelle il bouillonne. Le gaz acide carbonique est absorbé par la potasse, & il ne reste que du gaz azote qu'on reçoit dans un second gazomètre pour en déterminer la quantité.

Une des difficultés que présente l'usage de cet appareil, est d'allumer le charbon & de commencer la combustion : voici le moyen d'y parvenir. Avant d'emplir de charbon le fourneau A B C, on en détermine le poids avec une bonne balance & de manière à être sûr de ne point commettre une erreur de plus d'un ou deux grains ; on introduit ensuite dans la cheminée G H le tuyau R S, *figure 10*, dont le poids doit également avoir été bien déterminé. Ce tuyau est creux & ouvert par les deux bouts : son extrêmité S doit descendre jusqu'au fond du fourneau ; elle doit porter sur la grille *d e* & l'occuper toute entière. Ce n'est qu'après que le tuyau R S a été ainsi placé, qu'on introduit le charbon dans le fourneau. On le pèse alors de nouveau, pour connoître la quantité de charbon qui y a été introduite. Ces opérations préliminaires achevées, on met en place le

fourneau, on visse le tuyau *l m n*, *figure 9*, avec celui qui communique avec le gazomètre; on visse le tuyau *o p* avec celui qui conduit aux bouteilles remplies de potasse : enfin au moment où l'on veut commencer la combustion, on ouvre le robinet du gazomètre, & on jette un petit charbon allumé par l'extrêmité R du tuyau R S; ce charbon tombe sur la grille où le courant d'air le maintient allumé. Alors on retire promptement le tuyau R S; on visse à la cheminée le tuyau *o p* destiné à évacuer l'air, & on continue la combustion. Pour être assuré qu'elle est vraiment commencée & que l'opération a réussi, on a ménagé un tuyau *q r s* garni à son extrêmité *s* d'un verre mastiqué, à travers lequel on peut voir si le charbon est allumé. J'oubliois d'observer que ce fourneau & ses dépendances sont plongés dans une espèce de baquet allongé T V X Y, *figure 11*, qui est rempli d'eau & même de glace, afin de diminuer autant que l'on veut, la chaleur de la combustion. Cette chaleur au surplus n'est jamais très-vive, parce qu'il ne peut y avoir de combustion qu'en proportion de l'air qui est fourni par le gazomètre, & qu'il n'y a d'ailleurs de charbon qui brûle que celui qui porte immédiatement sur la grille. A mesure qu'une molécule de charbon est consommée, il en retombe une autre en

vertu de l'inclinaison des parois du fourneau; elle se présente au courant d'air qui traverse la grille *d e*, & elle brûle comme la première.

Quant à l'air qui a servi à la combustion, il traverse la masse de charbon qui n'a pas encore brûlé, & la pression exercée par le gazomètre l'oblige de s'échapper par le tuyau *o p*, & de traverser les bouteilles remplies d'alkali.

On voit que dans cette expérience on a toutes les données nécessaires pour obtenir une analyse complette de l'air atmosphérique & du charbon. En effet, on connoît le poids du charbon; on a par le moyen du gazomètre la mesure de la quantité d'air employée à la combustion; on peut déterminer la qualité & la quantité de celui qui reste après la combustion; on a le poids de la cendre qui s'est rassemblée dans le cendrier: enfin l'augmentation de poids des bouteilles qui contiennent la potasse en liqueur, donne la quantité d'acide carbonique qui s'est formé. On peut également connoître avec beaucoup de précision, par cette opération, la proportion de carbone & d'oxygène dont cet acide est composé.

Je rendrai compte dans les Mémoires de l'Académie, de la suite d'expériences que j'ai entreprises avec cet appareil sur tous les charbons végétaux & animaux. Il n'est pas difficile

de voir qu'avec très-peu de changemens on peut en faire une machine propre à observer les principaux phénomènes de la respiration.

§. II.

De la Combustion des Huiles.

Le charbon, au moins quand il est pur, étant une substance simple, l'appareil destiné à le brûler ne pouvoit pas être très-compliqué. Tout se réduisoit à lui fournir le gaz oxygène nécessaire à sa combustion, & à séparer ensuite d'avec le gaz azote le gaz acide carbonique qui s'étoit formé. Les huiles sont plus composées que le charbon, puisqu'elles résultent de la combinaison au moins de deux principes, le carbone & l'hydrogène; il reste en conséquence, après qu'on les a brûlées dans l'air commun, de l'eau, du gaz acide carbonique & du gaz azote. L'appareil qu'on emploie pour ce genre d'expériences, doit avoir pour objet de séparer & de recueillir ces trois espèces de produits.

Je me sers, pour brûler les huiles, d'un grand bocal A représenté *planche XII*, *figure* 4, & de son couvercle, *figure* 5. Ce bocal est garni d'une virole de fer B C D E, qui s'applique exactement sur le bocal en D E, & qui y est solidement mastiquée. Cette virole prend un plus

grand diamètre en B C, & laiſſe entr'elle & les parois du bocal un intervalle ou rigole *x x x x*, qu'on remplit de mercure. Le couvercle repréſenté *figure* 5, a de ſon côté en *f g* une virole de fer qui s'ajuſte dans la rigole *x x x x* du bocal, & qui plonge dans le mercure. Le bocal A peut par ce moyen ſe fermer en un inſtant hermétiquement & ſans lut; & comme la rigole peut contenir une hauteur de mercure de deux pouces, on voit qu'on peut faire éprouver à l'air contenu dans le bocal une preſſion de plus de deux pieds d'eau, ſans riſquer qu'elle ſurmonte la réſiſtance du mercure.

Le couvercle, *figure* 5, eſt percé de quatre trous deſtinés au paſſage d'un égal nombre de tuyaux. L'ouverture T eſt d'abord garnie d'une boëte à cuir, à travers laquelle doit paſſer la tige repréſentée *figure* 3. Cette tige eſt deſtinée à remonter ou à deſcendre la mèche de la lampe, comme je l'expliquerai ci-après; les trois autres trous *h*, *i*, *k*, ſont deſtinés, ſavoir, le premier au paſſage du tuyau qui doit amener l'huile, le ſecond au paſſage du tuyau qui doit amener l'air à la lampe pour entretenir la combuſtion, le troiſième au paſſage du tuyau qui doit donner iſſue à ce même air lorſqu'il a ſervi à la combuſtion.

La lampe deſtinée à brûler l'huile dans le

bocal, eſt repréſentée ſéparément, *figure* 2 de la même *planche*; on y voit le réſervoir à huile *a* avec une eſpèce d'entonnoir par lequel on le remplit; le ſiphon *b c d e f g h*, qui fournit l'huile à la lampe; le tuyau 7, 8, 9, 10, qui amène l'air du gazomètre à la même lampe.

Le tuyau *b c* eſt taraudé extérieurement dans ſa partie inférieure *b*, & ſe viſſe dans un écrou contenu dans le couvercle du réſervoir A; par ce moyen, en tournant le réſervoir, on peut le faire monter ou deſcendre & amener l'huile à la lampe, au niveau où on le juge à propos.

Quand on veut remplir le ſiphon & établir la communication entre l'huile du réſervoir *a* & celle de la lampe 11, on ferme d'abord le robinet *e*, on ouvre celui *e*, & on verſe de l'huile par l'ouverture *f*, qui eſt au haut du ſiphon. Dès qu'on voit paroître l'huile dans la lampe 11 à un niveau convenable, c'eſt-à-dire à trois ou quatre lignes des bords, on ferme le robinet *k*; on continue à verſer de l'huile par l'ouverture *e*, pour remplir la branche *b c d*. Quand elle eſt remplie, on ferme le robinet *f*, & alors les deux branches du ſiphon étant pleines d'huile ſans interruption, la communication du réſervoir à la lampe eſt établie.

La *figure* 1, *même planche XII*, repréſente

la coupe de la lampe grossie pour rendre les détails plus frappans & plus sensibles. On y voit le tuyau *i k*, qui apporte l'huile; *a a a a*, la capacité qu'occupe la mèche ; 9 & 10, le tuyau qui apporte l'air à la lampe : cet air se répand dans la capacité *d d d d d d*, puis il se distribue par le canal *c c c c* & par celui *b b b b*, en-dedans & en-dehors de la mèche, à la manière des lampes d'Argand, Quinquet & Lange.

Pour faire mieux connoître l'ensemble de cet appareil, & pour que sa description même rende plus facile l'intelligence de tous les autres de même genre, je l'ai représenté tout entier en perspective, *planche XI*. On y voit le gazomètre P qui fournit l'air; l'ajutage 1 & 2 par lequel il sort, & qui est garni d'un robinet 1 ; 2 & 3, un tuyau qui communique de ce premier gazomètre à un second, que l'on emplit pendant que le premier se vide, afin que l'émission de l'air se fasse sans interruption pendant tout le temps que doit durer l'opération ; 4 & 5, un tube de verre garni d'un sel déliquescent en morceaux médiocrement gros, afin que l'air, en se distribuant dans les interstices, y dépose une grande partie de l'eau qu'il tenoit en dissolution. Comme on connoît le poids du tube & celui du sel déliquescent qu'il contient,

il eſt toujours facile de connoître la quantité d'eau qu'il a abſorbée.

Du tube 4 & 5 que je nommerai tube déliqueſcent, l'air eſt conduit à la lampe 11 par le tube 5, 6, 7, 8, 9, 10. Là il ſe diviſe; une partie vient alimenter la flamme par-dehors, l'autre par-dedans, à la manière des lampes d'Argand, Quinquet & Lange. Cet air, dont une partie a ainſi ſervi à la combuſtion de l'huile, forme avec elle en l'oxygénant du gaz acide carbonique & de l'eau. Une partie de cette eau ſe condenſe ſur les parois du bocal A, une autre partie eſt tenue en diſſolution dans l'air par la chaleur de la combuſtion : mais cet air qui eſt pouſſé par la preſſion qu'il reçoit du gazomètre, eſt obligé de paſſer par le tuyau 12, 13, 14 & 15, d'où il eſt conduit dans la bouteille 16 & dans le ſerpentin 17 & 18, où l'eau achève de ſe condenſer à meſure que l'air ſe refroidit. Enfin ſi quelque peu d'eau reſtoit encore en diſſolution dans l'air, elle ſeroit abſorbée par le ſel déliqueſcent contenu dans le tube 19 & 20.

Toutes les précautions qu'on vient d'indiquer n'ont d'autre objet que de recueillir l'eau qui s'eſt formée, & d'en déterminer la quantité : il reſte enſuite à évaluer l'acide carbonique & le gaz azote. On y parvient au moyen des bou-

teilles 22 & 25, qui sont à moitié remplies de potasse en liqueur & dépouillée d'acide carbonique par la chaux. L'air qui a servi à la combustion, y est conduit par les tuyaux, 20, 21, 23 & 24, & il y dépose le gaz acide carbonique qu'il contient. On n'a représenté dans cette figure, pour la simplifier, que deux bouteilles remplies de potasse en liqueur; mais il en faut beaucoup davantage, & je ne crois pas qu'on puisse en employer moins de neuf. Il est bon de mettre dans la dernière de l'eau de chaux, qui est le réactif le plus sûr & le plus sensible pour reconnoître l'acide carbonique: si elle ne se trouble pas, on peut être assuré qu'il ne reste pas de gaz acide carbonique dans l'air, du moins en quantité sensible.

Il ne faut pas croire que l'air qui a servi à la combustion, lorsqu'il a traversé les neuf bouteilles, ne contienne plus que du gaz azote; il est encore mêlé d'une assez grande quantité de gaz oxygène qui a échappé à la combustion. On fait passer ce mélange à travers un sel déliquescent contenu dans le tube de verre 28 & 29, afin de le dépouiller des portions d'eau qu'il auroit pu dissoudre en traversant les bouteilles de potasse & d'eau de chaux. Enfin on conduit le résidu d'air à un gazomètre par le tuyau 29 & 30: on en détermine la

quantité;

quantité ; on en prend des échantillons qu'on essaye par le sulfure de potasse, afin de savoir la proportion de gaz oxygène & de gaz azote qu'il contient.

On sait que dans la combustion des huiles, la mêche se charbonne au bout d'un certain temps, & qu'elle s'obstrue. Il y a d'ailleurs une longueur déterminée de mêche qu'il faut atteindre, mais qu'il ne faut pas outre-passer, sans quoi il monte par les tuyaux capillaires de la mêche plus d'huile que le courant d'air n'en peut consommer, & la lampe fume. Il étoit donc nécessaire qu'on pût allonger ou racourcir la mêche de dehors & sans ouvrir l'appareil : c'est à quoi on est parvenu, au moyen de la tige 31, 32, 33 & 34, qui passe à travers une boëte à cuir & qui répond au porte-mêche. On a donné à cette tige un mouvement très-doux, au moyen d'un pignon qui engraine dans une crémaillère. On voit cette tige & ses accessoires représentés séparément, *pl. XII, fig. 3.*

Il m'a semblé encore qu'en enveloppant la flamme de la lampe avec un petit bocal de verre ouvert par les deux bouts, la combustion en alloit mieux. Ce bocal est en place dans la *planche XI.*

Je n'entrerai pas dans de plus grands détails

sur la construction de cet appareil, qui est susceptible d'être changé & modifié de différentes manières. Je me contenterai d'ajouter que, lorsqu'on veut opérer, on commence par peser la lampe avec son réservoir & l'huile qu'elle contient; qu'on la met en place; qu'on l'allume, qu'après avoir donné de l'air en ouvrant le robinet du gazomètre, on place le bocal A; qu'on l'assujettit au moyen d'une petite planche B C, sur laquelle il repose, & de deux tiges de fer qui la traversent & qui se vissent au couvercle. Il y a de cette manière un peu d'huile brûlée pendant qu'on ajuste le bocal au couvercle, & l'on en perd le produit; il y a également une petite portion d'air qui s'échappe du gazomètre & qu'on ne peut recueillir; mais ces quantités sont peu considérables dans des expériences en grand; elles sont d'ailleurs susceptibles d'être évaluées.

Je rendrai compte dans les Mémoires de l'Académie, des difficultés particulières attachées à ce genre d'expérience, & des moyens de les lever. Ces difficultés sont telles, qu'il ne m'a pas encore été possible d'obtenir des résultats rigoureusement exacts pour les quantités. J'ai bien la preuve que les huiles fixes se résolvent entièrement en eau & en gaz acide carbonique, qu'elles sont composées d'hydrogène & de carbone,

mais je n'ai rien d'absolument certain sur les proportions.

§. I I I.

De la Combustion de l'Esprit-de-vin ou Alkool.

La combustion de l'alkool peut à la rigueur se faire dans l'appareil qui a été décrit ci-dessus pour la combustion du charbon & pour celle du phosphore. On place sous une cloche A, *planche IV*, *fig. 3*, une lampe remplie d'alkool; on attache à la mêche un atôme de phosphore, & on allume avec un fer recourbé qu'on passe par-dessous la cloche : mais cette manière d'opérer est susceptible de beaucoup d'inconvéniens. Il seroit d'abord imprudent d'employer du gaz oxygène, par la crainte de la détonation : on n'est pas même entièrement exempt de ce risque, lorsqu'on employe de l'air atmosphérique, & j'en ai fait, en présence de quelques membres de l'Académie, une preuve qui a pensé leur devenir funeste ainsi qu'à moi. Au lieu de préparer l'expérience comme j'étois dans l'habitude de le faire, au moment même où je devois opérer, je l'avois disposée dès la veille. L'air atmosphérique contenu dans la cloche, avoit eu en conséquence le temps de dissoudre de l'alkool : la vaporisation de l'alkool

avoit même été favorisée par la hauteur de la colonne de mercure que j'avois élevée en EF, *planche IV*, *fig.* 3. En conséquence, au moment où je voulus allumer le petit morceau de phosphore & la lampe avec le fer rouge, il se fit une détonation violente qui enleva la cloche & qui la brisa en mille pièces contre le plancher du laboratoire. Il résulte de l'impossibilité où l'on est d'opérer dans du gaz oxygène, qu'on ne peut brûler par ce moyen que de très-petites quantités d'alkool, de 10 à 12 grains par exemple, & les erreurs qu'on peut commettre sur d'aussi petites quantités, ne permettent de prendre aucune confiance dans les résultats. J'ai essayé dans les expériences dont j'ai rendu compte à l'Académie (*Voy. Mém. Acad. année* 1784, *page* 593) de prolonger la durée de la combustion, en allumant la lampe d'alkool dans l'air ordinaire, & en refournissant ensuite du gaz oxygène sous la cloche à mesure qu'il s'en étoit consommé; mais le gaz acide carbonique qui se forme met obstacle à la combustion, d'autant plus que l'alkool est peu combustible & qu'il brûle difficilement dans de l'air moins bon que l'air commun; on ne peut donc encore brûler de cette manière que de très-petites quantités d'alkool.

Peut-être cette combustion réussiroit-elle

dans l'appareil repréfenté *planche XI*; mais je n'ai pas ofé l'y tenter. Le bocal A où fe fait la combuftion, a environ 1400 pouces cubiques de capacité; & s'il fe faifoit une détonation dans un auffi grand vaiffeau, elle auroit des fuites terribles dont il feroit difficile de fe garantir. Je ne renonce pas cependant à la tenter.

C'eft par une fuite de ces difficultés que je me fuis borné jufqu'ici à des expériences très en petit fur l'alkool, ou bien à des combuftions faites dans des vaiffeaux ouverts, comme dans l'appareil repréfenté *pl. IX*, *fig.* 5, dont je donnerai la defcription dans le §. 5 de ce Chapitre.

Je reprendrai dans d'autres temps la fuite de ce travail, fi du moins je puis parvenir à lever les obftacles qu'il m'a préfentés jufqu'ici.

§. I V.

De la Combustion de l'Ether.

La combuftion de l'éther en vaiffeaux clos, ne comporte pas précifément les mêmes difficultés que celles de l'alkool; mais elle en préfente d'un autre genre qui ne font pas moins difficiles à vaincre, & qui m'arrêtent encore dans ce moment.

J'avois cru pouvoir profiter, pour opérer

cette combuſtion, de la propriété qu'a l'éther de ſe diſſoudre dans l'air de l'atmoſphère, & de le rendre inflammable ſans détonation. J'ai fait conſtruire, d'après cette idée, un réſervoir à éther *abcd*, *pl. XII*, *fig. 8*, auquel l'air du gazomètre eſt amené par un tuyau 1, 2, 3, 4. Cet air ſe répand d'abord dans un double fond pratiqué à la partie ſupérieure *a c* du réſervoir. Là il ſe diſtribue par ſept tuyaux deſcendans *e f*, *g h*, *i k*, *&c.* & la preſſion qu'il reçoit de la part du gazomètre l'oblige de bouillonner à travers l'éther contenu dans le vaſe *a b c d*.

On peut, à meſure que l'éther eſt ainſi diſſous & emporté par l'air, en rendre au réſervoir *a b c d*, au moyen d'un réſervoir ſupplémentaire E, porté par un tuyau de cuivre *o p*, de 15 à 18 pouces de haut, & qui ſe ferme au moyen d'un robinet. J'ai été obligé de donner une aſſez grande hauteur à ce tuyau, afin que l'éther qui eſt contenu dans le flacon E puiſſe vaincre la réſiſtance occaſionnée par la preſſion exercée par le gazomètre.

L'air ainſi chargé de vapeurs d'éther eſt repris par le tuyau 5, 6, 7, 8, 9, & conduit dans le bocal A, où il s'échappe par un ajutoir très-fin à l'extrémité duquel on l'allume. Ce même air, après avoir ſervi à la combuſtion, paſſe par la bouteille 16, *planche XI*, par le ſerpentin 17

& 18, & par le tube déliquescent où il dépose l'eau dont il s'étoit chargé; le gaz acide carbonique est ensuite absorbé par l'alkali contenu dans les bouteilles 22 & 25.

Je supposois, lorsque j'ai fait construire cet appareil, que la combinaison d'air atmosphérique & d'éther qui s'opère dans le réservoir *a b c d*, *planc. XII*, *figure* 8, étoit dans la juste proporrion qui convient à la combustion, & c'est en quoi j'étois dans l'erreur : il y a un excès d'éther très-considérable, & il faut en conséquence une nouvelle combinaison d'air atmosphérique pour opérer la combustion totale. Il en résulte qu'une lampe construite de cette manière brûle dans l'air ordinaire qui fournit la quantité d'oxygène manquante pour la combustion ; mais qu'elle ne peut brûler dans des vaisseaux où l'air ne se renouvelle pas. Aussi la lampe s'éteignoit-elle peu de temps après qu'elle étoit enfermée dans le bocal A, *planche XII*, *fig.* 8. Pour remédier à cet inconvénient, j'ai essayé d'amener à cette lampe de l'air atmosphérique par un tuyau latéral 9, 10, 11, 12, 13, 14 & 15; & je l'ai distribué circulairement autour de la mèche : mais quelque léger que fût le courant d'air, la flamme étoit si mobile, elle tenoit si peu à la mèche, qu'il suffisoit pour la souffler; en sorte que je

n'ai point encore pu réussir à la combustion de l'éther. Je ne désespère cependant pas d'y parvenir, au moyen de quelques changemens que je fais faire à cet appareil.

§. V.

De la Combustion du Gaz hydrogène & de la Formation de l'Eau.

La formation de l'eau a cela de particulier, que les deux substances qui y concourent, l'oxygène & l'hydrogène, sont l'une & l'autre dans l'état aériforme avant la combustion, & que l'une & l'autre se transforment par le résultat de cette opération, en une substance liquide qui est l'eau.

Cette combustion seroit donc fort simple & n'exigeroit pas des appareils fort compliqués, s'il étoit possible de se procurer des gaz oxygène & hydrogène parfaitement purs & qui fussent combustibles sans reste. On pourroit alors opérer dans de très-petits vaisseaux; & en y refournissant continuellement les deux gaz dans la proportion convenable, on continueroit indéfiniment la combustion. Mais jusqu'ici les Chimistes n'ont encore employé que du gaz oxygène mélangé de gaz azote. Il en a résulté qu'ils n'ont pu entretenir que pendant un temps limité & très-court la combustion du gaz hydrogène dans

des vaisseaux clos : & en effet, le résidu de gaz azote augmentant continuellement, la flamme s'affoiblit & elle finit par s'éteindre. Cet inconvénient est d'autant plus grand, que le gaz oxygène qu'on emploie est moins pur : il faut alors, ou cesser la combustion & se résoudre à n'opérer que sur de petites quantités, ou refaire le vide pour se débarrasser du gaz azote : mais dans ce dernier cas on vaporise une portion de l'eau qui s'est formée, & il en résulte une erreur d'autant plus dangereuse, qu'on n'a pas de moyen sûr de l'apprécier.

Ces réflexions me font désirer de pouvoir répéter un jour les principales expériences de la Chimie pneumatique avec du gaz oxygène absolument exempt de mêlange de gaz azote, & le sel muriatique oxygéné de potasse en fournit les moyens. Le gaz oxygène qu'on en retire ne paroît contenir de l'azote qu'accidentellement ; en sorte qu'avec des précautions on pourra l'obtenir parfaitement pur. En attendant que j'aye pu reprendre cette suite d'expériences, voici l'appareil que nous avons employé, M. Meusnier & moi, pour la combustion du gaz hydrogène. Il n'y aura rien à y changer, lorsqu'on aura pu se procurer des gaz purs, si ce n'est qu'on pourra diminuer la capacité du vase où se fait la combustion.

J'ai pris un matras ou ballon à large ouverture A, *pl. IV, fig.* 5, & j'y ai adapté une platine B C, à laquelle étoit soudée une douille creuse de cuivre *g*F D, fermée par le haut & à laquelle venoient aboutir trois tuyaux. Le premier *d* D *d* se terminoit en *d'* par une ouverture très-petite & à peine capable de laisser passer une aiguille fine ; il communiquoit avec le gazomètre représenté *pl. VIII, fig.* 1, lequel étoit rempli de gaz hydrogène. Le tuyau opposé *g g* communiquoit avec un autre gazomètre tout semblable, qui étoit rempli de gaz oxygène : un troisième tuyau H *h* s'adaptoit à une machine pneumatique, pour qu'on pût faire le vide dans le ballon A ; enfin la platine B C étoit en outre percée d'un trou garni d'un tube de verre à travers lequel passoit un fil de métal *g* L, à l'extrêmité duquel étoit adaptée une petite boule L de cuivre, afin qu'on pût tirer une étincelle électrique de L en *d'* & allumer ainsi le gaz hydrogène amené par le tuyau *d* D *d'*.

Pour que les deux gaz arrivassent aussi secs qu'il étoit possible, on avoit rempli deux tubes M M, N N, d'un pouce & demi de diamètre environ, & d'un pied de longueur, avec de la potasse concrète bien dépouillée d'acide carbonique & concassée en morceaux assez gros pour que les gaz pussent passer librement

entre les interstices. J'ai éprouvé depuis que du nitrate ou du muriate de chaux bien secs & en poudre grossière, étoient préférables à la potasse, & qu'ils enlevoient plus d'eau à une quantité donnée d'air.

Pour opérer avec cet appareil, on commence par faire le vide dans le ballon A, au moyen de la pompe pneumatique adaptée au tuyau F H *h*; après quoi on y introduit du gaz oxygène, en tournant le robinet *r* du tube *gg*. Le degré du limbe du gazomètre observé avant & après l'introduction du gaz, indique la quantité qui en est entrée dans le ballon. On ouvre ensuite le robinet *s* du tube *d* D *d'* afin de faire arriver le gaz hydrogène; & aussitôt, soit avec une machine électrique, soit avec une bouteille de Leyde, on fait passer une étincelle de la boule L à l'extrémité *d'* du tube par lequel se fait l'écoulement du gaz hydrogène, & il s'allume aussitôt. Il faut, pour que la combustion ne soit ni trop lente ni trop rapide, que le gaz hydrogène arrive avec une pression d'un pouce & demi à deux pouces d'eau, & que le gaz oxygène n'arrive au contraire qu'avec trois lignes au plus de pression.

La combustion ainsi commencée, elle se continue; mais en s'affoiblissant à mesure que la quantité de gaz azote qui reste de la combustion

des deux gaz augmente. Il arrive enfin un moment où la portion de gaz azote devient telle, que la combuſtion ne peut plus avoir lieu, & alors la flamme s'éteint. Il faut faire en ſorte de prévenir cette extinction ſpontanée; parce qu'au moyen de ce qu'il y a preſſion plus forte dans le réſervoir de gaz hydrogène que dans celui de gaz oxygène, il ſe feroit un mêlange des deux dans le ballon, & que ce mêlange paſſeroit enſuite dans le réſervoir de gaz oxygène. Il faut donc arrêter la combuſtion en fermant le robinet du tuyau d D d', dès qu'on s'apperçoit que la flamme s'affoiblit à un certain point, & avoir une grande attention pour ne point ſe laiſſer ſurprendre.

A une première combuſtion ainſi faite on peut en faire ſuccéder une ſeconde, une troiſième, &c. On refait alors le vide comme la première fois; on remplit le ballon de gaz oxygène, on ouvre le robinet du tuyau par lequel s'introduit le gaz hydrogène, & on allume par l'étincelle électrique.

Pendant toutes ces opérations, l'eau qui ſe forme, ſe condenſe ſur les parois du ballon & ruiſſelle de toutes parts: elle ſe raſſemble au fond, & il eſt aiſé d'en déterminer le poids quand on connoît celui du ballon. Nous rendrons compte un jour, M. Meuſnier & moi, des dé-

tails de l'expérience que nous avons faite avec cet appareil, dans les mois de janvier & de février 1785, en présence d'une grande partie des membres de l'Académie. Nous avons tellement multiplié les précautions, que nous avons lieu de la croire exacte. D'après le résultat que nous avons obtenu, 100 parties d'eau en poids sont composées de 85 d'oxygène & de 15 d'hydrogène.

Il est encore un autre appareil pour la combustion, avec lequel on ne peut pas faire des expériences aussi exactes qu'avec les précédens, mais qui présente un résultat très-frappant & très-propre à être présenté dans un cours de Physique & de Chimie. Il consiste dans un serpentin E F, *planche IX, figure 5*, renfermé dans un seau de métal ABCD. A la partie supérieure E du tuyau de ce serpentin, on adapte une cheminée G H composée d'un double tuyau; savoir, de la continuation du serpentin & d'un tuyau de fer-blanc qui l'environne. Ces deux tuyaux laissent entr'eux un intervalle d'un pouce environ, qu'on remplit avec du sable.

A l'extrémité inférieure du tuyau intérieur K, s'adapte un tube de verre, & au-dessous une lampe à esprit-de-vin L M, à la Quinquet.

Les choses ainsi préparées, & la quantité d'alkool contenue dans la lampe ayant été bien

déterminée, on allume. L'eau qui ſe forme pendant la combuſtion de l'alkool, s'élève par le tube KE; elle ſe condenſe dans le ſerpentin contenu dans le ſeau A B C D, & va reſſortir en état d'eau par l'extrémité F du tube où elle eſt reçue dans une bouteille P.

La double enveloppe G H eſt deſtinée à empêcher que le tube ne ſe refroidiſſe dans ſa partie montante, & que l'eau ne s'y condenſe. Elle redeſcendroit le long du tube, ſans qu'on pût en déterminer la quantité; il pourroit d'ailleurs en retomber ſur la mêche des gouttes, qui ne manqueroient pas de l'éteindre. L'objet de cet appareil eſt donc d'entretenir toujours chaude toute la partie GH que j'appelle la cheminée, & toujours froide au contraire la partie qui forme le ſerpentin proprement dit; en ſorte que l'eau ſoit toujours dans l'état de vapeurs dans la partie montante, & qu'elle ſe condenſe ſitôt qu'elle eſt engagée dans la partie deſcendante. Cet appareil a été imaginé par M. Meuſnier: j'en ai donné la deſcription dans les Mémoires de l'Académie, année 1784, page 593 & 594. On peut, en opérant avec précaution, c'eſt-à-dire en entretenant l'eau qui environne le ſerpentin, toujours froide, retirer près de 17 onces d'eau de la combuſtion de 16 onces d'eſprit-de-vin ou alkool.

§. VI.

De l'Oxidation des Métaux.

On déſigne principalement par le nom de calcination ou oxidation, une opération dans laquelle les métaux expoſés à un certain degré de chaleur ſe convertiſſent en oxides, en abſorbant l'oxygène de l'air. Cette combinaiſon ſe fait en raiſon de ce que l'oxygène a plus d'affinité, du moins à un certain degré de température, avec les métaux, qu'il n'en a avec le calorique. En conſéquence le calorique devient libre & ſe dégage : mais comme l'opération, lorſqu'elle ſe fait dans l'air commun, eſt ſucceſſive & lente, le dégagement du calorique eſt peu ſenſible. Il n'en eſt pas de même, lorſque la calcination s'opére dans le gaz oxygène ; elle ſe fait alors d'une manière beaucoup plus rapide, elle eſt ſouvent accompagnée de chaleur & de lumière ; en ſorte qu'on ne peut douter que les ſubſtances métalliques ne ſoient de véritables corps combuſtibles.

Les métaux n'ont pas tous le même degré d'affinité pour l'oxygène. L'or & l'argent, par exemple, & même la platine, ne peuvent l'enlever au calorique, à quelque degré de chaleur que ce ſoit. Quant aux autres métaux, ils s'en

chargent d'une quantité plus ou moins grande, &, en général, ils en absorbent jusqu'à ce que ce principe soit en équilibre entre la force du calorique qui le retient, & celle du métal qui l'attire. Cet équilibre est une loi générale de la nature dans toutes les combinaisons.

Dans les opérations de d docimasie & dans toutes celles relatives aux arts, on accélère l'oxidation du métal en donnant un libre accès à l'air extérieur. Quelquefois même on y joint l'action d'un soufflet dont le courant est dirigé sur la surface du métal. L'opération est encore plus rapide, si on souffle du gaz oxygène ; ce qui est très-facile à l'aide du gazomètre dont j'ai donné la description. (*Voyez* page 24.) Alors le métal brûle avec flamme, & l'oxidation est terminée en quelques instans : mais on ne peut employer ce dernier moyen que pour des expériences très en petit, à cause de la cherté du gaz oxygène.

Dans l'essai des mines & en général dans toutes les opérations courantes des laboratoires, on est dans l'usage de calciner ou oxider les métaux sur un plat ou soucoupe de terre cuite, *pl. IV, fig. 6*, qu'on place sur un bon fourneau : on nomme ces plats ou soucoupes *têts à rôtir*. De temps-en-temps on remue la matière qu'on veut calciner, afin de renouveler les surfaces.

Toutes

Toutes les fois qu'on opère sur une substance métallique qui n'est pas volatile, & qu'il ne se dissipe rien pendant l'opération, il y a augmentation de poids du métal. Mais des expériences faites ainsi en plein air, n'auroient jamais conduit à reconnoître la cause de l'augmentation du poids des métaux pendant leur oxidation. Ce n'est que du moment où l'on a commencé à opérer dans des vaisseaux fermés & dans des quantités déterminées d'air, qu'on a été véritablement sur la voie de la découverte des causes de ce phénomène. Un premier moyen qu'on doit à M. Priestley, consiste à exposer le métal qu'on se propose de calciner, sur une capsule N de porcelaine, *planche IV, figure 11*, placée sur un support un peu élevé IK; à le recouvrir avec une cloche de cristal A plongée dans un bassin plein d'eau B C D E, & à élever l'eau jusqu'en GH, en suçant l'air de la cloche avec un siphon qu'on passe par-dessous: on fait ensuite tomber sur le métal le foyer d'un verre ardent. En quelques minutes l'oxidation s'opère: une partie de l'oxygène contenu dans l'air se combine avec le métal; il y a une diminution proportionnée dans le volume de l'air, & ce qui reste n'est plus que du gaz azote, encore mêlé cependant d'une petite quantité de gaz oxygène. J'ai exposé le détail des expé-

riences que j'ai faites avec cet appareil dans mes Opuſcules phyſiques & chimiques, imprimées en 1773, pages 283, 284, 285, & 286. On peut ſubſtituer le mercure à l'eau, & l'expérience n'en eſt que plus concluante.

Un autre procédé dont j'ai expoſé le réſultat dans les Mémoires de l'Académie, année 1774, page 351, & dont la première idée appartient à Boyle, conſiſte à introduire le métal ſur lequel on veut opérer dans une cornue A, *pl. III, figure 20*, dont on tire à la lampe l'extrêmité du col, & qu'on ferme hermétiquement en C. On oxide enſuite le métal, en tenant la cornue ſur un feu de charbon, & en la chauffant avec précaution. Le poids du vaiſſeau & des matières qu'il contient, ne change pas tant qu'on n'a pas rompu l'extrêmité C du bec de la cornue; mais ſitôt qu'on procure à l'air extérieur une iſſue pour rentrer, il le fait avec ſifflement.

Cette opération ne ſeroit pas ſans quelque danger, ſi on ſcelloit hermétiquement la cornue ſans avoir fait ſortir auparavant une portion de l'air qu'elle contenoit; la dilatation occaſionnée par la chaleur pourroit faire éclater le vaiſſeau, avec riſque pour ceux qui le tiendroient ou qui ſeroient dans le voiſinage. Pour prévenir ce danger, on doit faire chauffer la cornue avant de la ſceller à la lampe, & en faire ſortir une

portion d'air qu'on reçoit sous une cloche dans l'appareil pneumato-chimique, afin de pouvoir en déterminer la quantité.

Je n'ai point multiplié, autant que je l'aurois desiré, ces oxidations, & je n'ai obtenu de résultats satisfaisans qu'avec l'étain : le plomb ne m'a pas bien réussi. Il seroit à souhaiter que quelqu'un voulût bien reprendre ce travail & tenter l'oxidation dans différens gaz : il seroit, je crois, bien dédommagé des peines attachées à ce genre d'expériences.

Tous les oxides de mercure étant susceptibles de se revivifier sans addition, & de restituer dans son état de pureté l'oxygène qu'ils ont absorbé, aucun métal n'étoit plus propre à devenir le sujet d'expériences très-concluantes sur la calcination & l'oxidation des métaux. J'avois d'abord tenté, pour opérer l'oxidation du mercure dans les vaisseaux fermés, de remplir une cornue de gaz oxygène, d'y introduire une petite portion de mercure & d'adapter à son col une vessie à moitié remplie de gaz oxygène, comme on le voit représenté *planche IV, figure 12*. Je faisois ensuite chauffer le mercure de la cornue ; & en continuant très-long-temps l'opération, j'étois parvenu à en oxider une petite portion, & à former de l'oxide rouge qui nageoit à la surface : mais la quantité de

mercure que je suis parvenu à oxider de cette manière, étoit si petite, que la moindre erreur commise dans la détermination des quantités de gaz oxygène avant & après l'oxidation, auroit jetté la plus grande incertitude sur mes résultats. J'étois toujours inquiet d'ailleurs, & non sans de justes raisons, qu'il ne se fût échappé de l'air à travers des pores de la vessie, d'autant plus qu'elle se racornit pendant l'opération par la chaleur du fourneau dans lequel on opère, à moins qu'on ne la recouvre de linges entretenus toujours humides.

On opère d'une manière plus sûre avec l'appareil représenté *planche IV, figure 2.* (*Voyez* Mém. Acad. année 1775, page 580.) Il consiste en une cornue A, au bec de laquelle on soude à la lampe d'émailleur un tuyau de verre recourbé BCDE, de 10 à 12 lignes de diamètre, qui s'engage sous une cloche F G contenue & retournée dans un bassin plein d'eau ou de mercure. Cette cornue est soutenue sur les barres d'un fourneau MMNN : on peut aussi se servir d'un bain de sable. On parvient avec cet appareil à oxider en plusieurs jours un peu de mercure dans l'air ordinaire, & à obtenir un peu d'oxide rouge qui nage à la surface : on peut même le rassembler, le revivifier & comparer les quantités de gaz obtenu avec l'absorp-

tion qui a lieu pendant la calcination ; (*voyez* tome I, page 35, les détails que j'ai donnés sur cette expérience) mais ce genre d'opérations ne pouvant se faire que très en petit, il reste toujours de l'incertitude sur les quantités.

La combustion du fer dans le gaz oxygène étant une véritable oxidation, je dois en faire mention ici. L'appareil qu'emploie M. Ingen-Housz pour cette opération, est représenté *planc. IV, fig. 17.* J'en ai déjà donné la description, tom. I, pag. 41, & je ne puis qu'y renvoyer.

On peut aussi brûler & oxider du fer sous des cloches de verre remplies de gaz oxygène, de la même manière qu'on brûle du phosphore ou du charbon. On se sert également pour cette opération de l'appareil représenté *pl. IV, fig. 3*, & dont j'ai donné la description, tome I, p. 61. Il faut dans cette expérience, comme dans la combustion, attacher à l'une des extrêmités du fil de fer, ou des copeaux de fer qu'on se propose de brûler, un petit morceau d'amadoue & un atôme de phosphore : le fer chaud qu'on passe sous la cloche allume le phosphore ; celui-ci allume l'amadoue, & l'inflammation se communique au fer. M. Ingen-Housz nous a appris qu'on pouvoit brûler ou oxider de la même manière tous les métaux, à l'exception de l'or, de l'argent & du mercure. Il ne s'agit que de

ſe procurer ces métaux en fils très-fins ou en feuilles minces coupées par bandes; on les tortille avec du fil de fer; & ce dernier métal communique aux autres la propriété de s'enflammer & de s'oxider.

Nous venons de voir comment on parvenoit à oxider de très-petites quantités de mercure dans les vaiſſeaux fermés & dans des volumes d'air limités: ce n'eſt de même qu'avec beaucoup de peine qu'on parvient à oxider ce métal, même à l'air libre. On ſe ſert ordinairement dans les laboratoires pour cette opération d'un matras, A, *planche IV, fig. 10*, à cul très-plat, qui a un col B C très-allongé & terminé par une très-petite ouverture: ce vaiſſeau porte le nom d'*enfer de Boyle.* On y introduit aſſez de mercure pour couvrir ſon fond, & on le place ſur un bain de ſable qu'on entretient à un degré de chaleur fort approchant du mercure bouillant. En continuant ainſi pendant pluſieurs mois, avec cinq ou ſix de ces matras, & en renouvelant de temps en temps le mercure, on parvient à obtenir quelques onces de cet oxide.

Cet appareil a un grand inconvénient, c'eſt que l'air ne s'y renouvelle pas aſſez; mais, d'un autre côté, ſi on donnoit à l'air extérieur une circulation trop libre, il emporteroit avec lui

du mercure en diſſolution, & au bout de quelques jours on n'en retrouveroit plus dans le vaiſſeau. Comme de toutes les expériences que l'on peut faire ſur l'oxidation des métaux, celles ſur le mercure ſont les plus concluantes, il ſeroit à ſouhaiter qu'on pût imaginer un appareil ſimple, au moyen duquel on pût démontrer cette oxidation & les réſultats qu'on en obtient dans les cours publics. On y parviendroit, ce me ſemble, par des moyens analogues à ceux que j'ai décrits pour la combuſtion des huiles ou du charbon ; mais je n'ai pu reprendre encore ce genre d'expériences.

L'oxide de mercure ſe revivifie, comme je l'ai dit, ſans addition ; il ſuffit de le faire chauffer à un degré de chaleur légèrement rouge. L'oxygène à ce degré a plus d'affinité avec le calorique qu'avec le mercure, & il ſe forme du gaz oxygène ; mais ce gaz eſt toujours mêlé d'un peu de gaz azote, ce qui indique que le mercure en abſorbe une petite portion pendant ſon oxidation. Il contient auſſi preſque toujours un peu de gaz acide carbonique ; ce qu'on doit ſans doute attribuer aux ordures qui s'y mêlent, qui ſe charbonent & qui convertiſſent enſuite une portion de gaz oxygène en gaz acide carbonique.

Si les Chimiſtes étoient réduits à tirer de

l'oxide de mercure fait par voie de calcination, tout le gaz oxygène qu'ils emploient dans leurs expériences, le prix excessif de cette préparation rendroit absolument impraticables les expériences un peu en grand. Mais on peut également oxygéner le mercure par l'acide nitrique, & on obtient un oxide rouge plus pur que celui même qui a été fait par voie de calcination. On le trouve tout-préparé dans le commerce & à un prix modéré : il faut choisir de préférence celui qui est en morceaux solides & formé de lames douces au toucher & qui tiennent ensemble. Celui qui est en poudre est quelquefois mêlangé d'oxide rouge de plomb : il ne paroît pas que celui en morceaux solides soit susceptible de la même altération. J'ai quelquefois essayé de préparer moi-même cet oxide par l'acide nitrique : la dissolution du métal faite, j'évaporois jusqu'à siccité, & je calcinois le sel, ou dans des cornues, ou dans des capsules faites avec des fragmens de matras coupés par la méthode que j'ai indiquée ; mais jamais je n'ai pu parvenir à l'avoir aussi beau que celui du commerce. On le tire, je crois, de Hollande.

Pour obtenir le gaz oxygène de l'oxide de mercure, j'ai coutume de me servir d'une cornue de porcelaine à laquelle j'adapte un long

tube de verre, qui s'engage sous des cloches dans l'appareil pneumato-chimique à l'eau. Je place au bout du tube un vase plongé dans l'eau, dans lequel se rassemble le mercure à mesure qu'il se revivifie. Le gaz oxygène ne commence à passer que quand la cornue devient rouge. C'est un principe général que M. Berthollet a bien établi, qu'une chaleur obscure ne suffit pas pour former du gaz oxygène ; il faut de la lumière : ce qui semble prouver que la lumière est un de ses principes constituans. On doit dans la révivification de l'oxide rouge de mercure rejetter les premières portions de gaz qu'on obtient, parce qu'elles sont mêlées d'air commun en raison de celui contenu dans le vide des vaisseaux : mais avec cette précaution même, ôn ne parvient pas à obtenir du gaz oxygène parfaitement pur ; il contient communément un dixième de gaz azote, & presque toujours une très-petite portion de gaz acide carbonique. On se débarrasse de ce dernier, au moyen d'une liqueur alkaline caustique, à travers laquelle on fait passer le gaz qu'on a obtenu. A l'égard du gaz azote, on ne connoît aucun moyen de l'en séparer ; mais on peut en connoître la quantité, en laissant le gaz oxygène pendant une quinzaine de jours en contact avec du sulfure de soude ou de potasse.

Le gaz oxygène eſt abſorbé; il forme de l'acide ſulfurique avec le ſoufre, & il ne reſte que le gaz azote ſeul.

Il y a beaucoup d'autres moyens de ſe procurer du gaz oxygène : on peut le tirer de l'oxide noir de manganèſe ou du nitrate de potaſſe par une chaleur rouge, & l'appareil qu'on emploie eſt à peu près le même que celui que j'ai décrit pour l'oxide rouge de mercure. Il faut ſeulement un degré de chaleur plus fort & au moins égal à celui qui eſt ſuſceptible de ramollir le verre : on ne peut en conſéquence employer que des cornues de grès ou de porcelaine. Mais le meilleur de tous, c'eſt-à-dire le plus pur, eſt celui qu'on dégage du muriate oxygéné de potaſſe par la ſimple chaleur. Cette opération peut ſe faire dans une cornue de verre, & le gaz qu'on obtient eſt abſolument pur, pourvu toutefois que l'on rejette les premières portions qui ſont mêlées d'air des vaiſſeaux.

§. VII.

De la Détonation.

J'ai fait voir, tom. I, Chap. IX, page 103 & ſuivantes, que l'oxygène en ſe combinant dans les différens corps, ne ſe dépouilloit pas toujours de tout le calorique qui le conſtituoit dans l'état

de gaz ; qu'il entroit, par exemple, avec presque tout son calorique dans la combinaison qui forme l'acide nitrique & dans celle qui forme l'acide muriatique oxygéné; en sorte que l'oxygène dans le nitre & sur-tout dans le muriate oxygéné, étoit jusqu'à un certain point dans l'état de gaz oxygène condensé & réduit au plus petit volume qu'il puisse occuper.

Le calorique dans ces combinaisons exerce un effort continuel sur l'oxygène, pour le ramener à l'état de gaz : l'oxygène en conséquence y tient peu ; la moindre force suffit pour lui rendre la liberté, & il reparoît souvent dans un instant presque indivisible dans l'état de gaz. C'est ce passage brusque de l'état concret à l'état aériforme qu'on a nommé détonation, parce qu'en effet il est ordinairement accompagné de bruit & de fracas. Le plus communément ces détonations s'opèrent par la combinaison du charbon, soit avec le nitre, soit avec le muriate oxygéné. Quelquefois pour faciliter encore l'inflammation, on y ajoute du soufre, & c'est ce mêlange fait dans de justes proportions & avec des manipulations convenables, qui constitue la poudre à canon.

L'oxygène par la détonation avec le charbon change de nature, & il se convertit en acide carbonique. Ce n'est donc pas du gaz oxygène

qui se dégage, mais du gaz acide carbonique, du moins quand le mêlange a été fait dans de justes proportions. Il se dégage en outre du gaz azote dans la détonation du nitre, parce que l'azote est un des principes constituans de l'acide nitrique.

Mais l'expansion subite & instantanée de ces gaz ne suffit pas pour expliquer tous les phénomènes relatifs à la détonation. Si cette cause y influoit seule, la poudre seroit d'autant plus forte que la quantité de gaz dégagé dans un temps donné seroit plus considérable ; ce qui ne s'accorde pas toujours avec l'expérience. J'ai eu occasion d'éprouver des espèces de poudre à tirer qui produisoient un effet presque double de la poudre ordinaire, quoiqu'elles donnassent un sixième de gaz de moins par la détonation. Il y a apparence que la quantité de calorique qui se dégage au moment de la détonation, contribue beaucoup à en augmenter l'effet, & on peut en concevoir plusieurs raisons. Premièrement, quoique le calorique pénètre assez librement à travers les pores de tous les corps, il ne peut cependant y passer que successivement & en un temps donné : lors donc que la quantité qui se dégage à la fois est trop considérable, & qu'elle est beaucoup plus grande que celle qui peut se débiter, s'il est

permis de se servir de cette expression, par les pores des corps, il doit agir à la manière des fluides élastiques ordinaires & renverser tout ce qui s'oppose à son passage. Une partie de cet effet doit avoir lieu, lorsqu'on allume de la poudre dans un canon : quoique le métal qui le compose soit perméable pour le calorique, la quantité qui s'en dégage à la fois est tellement grande, qu'elle ne trouve pas une issue assez prompte à travers les pores du métal; elle fait donc un effort en tous sens, & c'est cet effort qui est employé à chasser le boulet.

Secondement, le calorique produit nécessairement un second effet qui dépend également de la force répulsive que ses molécules paroissent exercer les unes sur les autres : il dilate les gaz qui se dégagent au moment de l'inflammation de la poudre, & cette dilatation est d'autant plus grande que la température est plus élevée.

Troisièmement, il est possible qu'il y ait décomposition de l'eau dans l'inflammation de la poudre, & qu'elle fournisse de l'oxygène au charbon pour former de l'acide carbonique. Si les choses se passent ainsi, il doit se dégager rapidement, au moment de la détonation de la poudre, une grande quantité de gaz hydrogène qui se débande & qui contribue à augmenter la force de l'explosion. On sentira com-

bien cette circonſtance doit contribuer à augmenter l'effet de la poudre ; ſi l'on conſidère que le gaz hydrogène ne pèſe qu'un grain deux tiers par pinte; qu'il n'en faut par conſéquent qu'une très - petite quantité en poids pour occuper un très-grand eſpace, & qu'il doit exercer une force expanſive prodigieuſe, quand il paſſe de l'état liquide à l'état aériforme.

Quatrièmement enfin une portion d'eau non décompoſée doit ſe réduire en vapeurs dans l'inflammation de la poudre, & l'on ſait que dans l'état de gaz elle occupe un volume 17 à 18 cents fois plus grand que lorſqu'elle eſt dans l'état liquide.

J'ai déjà fait une aſſez grande ſuite d'expériences ſur la nature des fluides élaſtiques qui ſe dégagent de la détonation du nitre avec le charbon & avec le ſoufre; j'en ai fait auſſi quelques-unes avec le muriate oxygéné de potaſſe. C'eſt un moyen qui conduit à des connoiſſances aſſez préciſes ſur les parties conſtituantes de ces ſels, & j'ai déjà donné, Tome XI du recueil des Mémoires préſentés à l'Académie par des ſavans étrangers, page 625, quelques réſultats principaux de mes expériences & des conſéquences auxquelles elles m'ont conduit relativement à l'analyſe de l'acide nitrique. Maintenant que je me ſuis procuré des appareils

plus commodes, je me prépare à répéter les mêmes expériences un peu plus en grand, & j'obtiendrai plus de précision dans les résultats : en attendant, je vais rendre compte des procédés que j'ai adoptés & employés jusqu'à présent. Je recommande avec bien de l'instance à ceux qui voudront répéter quelques-unes de ces expériences, d'y apporter une extrême prudence ; de se méfier de tout mêlange où il entre du salpêtre, du charbon & du soufre, & plus encore de ceux dans lesquels il entre du sel muriatique oxygéné de potasse combiné & mêlangé avec ces deux matières.

Je me suis prémuni de canons de pistolets de six pouces de longueur environ & de cinq à six lignes de diamètre. J'en ai bouché la lumière avec une pointe de clou frappée à force, cassée dans le trou même, & sur laquelle j'ai fait couler un peu de soudure blanche de ferblantier, afin qu'il ne restât aucune issue à l'air par cette ouverture. On charge ces canons avec une pâte médiocrement humectée, faite avec des quantités bien connues de salpêtre & de charbons réduits en poudre impalpable, ou de tout autre mélange susceptible de détoner. A chaque portion de matière qu'on introduit dans le canon, on doit bourer avec un bâton qui soit du même calibre, à peu près comme on

charge les fusées. La matière ne doit pas emplir le pistolet tout-à-fait jusqu'à sa bouche ; il est bon qu'il reste quatre ou cinq lignes de vide à l'extrêmité : alors on ajoute un bout de 2 pouces de long environ de mêche nommée *étoupille*. La seule difficulté de ce genre d'expériences, sur-tout si l'on ajoute du soufre au mêlange, est de saisir le point d'humectation convenable : si la matière est trop humide, elle n'est point susceptible de s'allumer ; si elle est trop sèche, la détonation est trop vive & peut devenir dangereuse.

Quand on n'a pas pour objet de faire une expérience rigoureusement exacte, on allume la mêche, & quand elle est près de communiquer l'inflammation à la matière, on plonge le pistolet sous une grande cloche d'eau dans l'appareil pneumato-chimique. La détonation commencée, elle se continue sous l'eau, & le gaz se dégage avec plus ou moins de rapidité, suivant que la matière est plus ou moins sèche. Il faut, tant que la détonation dure, tenir le bout du pistolet incliné, afin que l'eau ne rentre pas dans l'intérieur. J'ai quelquefois recueilli ainsi le gaz produit par la détonation d'une once & demie ou de deux onces de nitre.

Il n'est pas possible, dans cette manière d'opérer, de connoître la quantité de gaz acide carbonique

carbonique qui se dégage, parce qu'une partie est absorbée par l'eau à mesure qu'il la traverse; mais l'acide carbonique une fois absorbé, il reste le gaz azote, & si on a la précaution de l'agiter pendant quelques minutes dans de la potasse caustique en liqueur, on l'obtient pur: & il est aisé d'en déterminer le volume & le poids. Il est même possible d'arriver par cette méthode à une connoissance assez précise de la quantité de gaz acide carbonique, en répétant l'expérience un grand nombre de fois, & en faisant varier les doses du charbon, jusqu'à ce qu'on soit arrivé à la juste proportion qui fait détoner la totalité du nitre. Alors, d'après le poids du charbon employé, on détermine celui d'oxygène qui a été nécessaire pour le saturer, & on en conclut la quantité d'oxygène contenu dans une quantité donnée de nitre.

Il est au surplus un autre moyen que j'ai pratiqué & qui conduit à des résultats plus sûrs; c'est de recevoir dans des cloches remplies de mercure le gaz qui se dégage. Le bain de mercure que j'ai maintenant, est assez grand pour qu'on puisse y placer des cloches de douze à quinze pintes de capacité. De pareilles cloches, comme l'on sent, ne sont pas très-maniables quand elles sont remplies de mercure; aussi faut-il employer pour

les remplir des moyens particuliers que je vais indiquer. On place la cloche ſur le bain de mercure, on paſſe par-deſſous un ſiphon de verre dont on a adapté l'extrémité extérieure à une petite pompe pneumatique : on fait jouer le piſton, & on élève le mercure juſqu'au haut de la cloche. Lorſqu'elle eſt ainſi remplie, on y fait paſſer le gaz de la détonation de la même manière que dans une cloche qui ſeroit remplie d'eau. Mais, je le répète, ce genre d'expériences exige les plus grandes précautions. J'ai vu quelquefois, quand le dégagement du gaz étoit trop rapide, des cloches pleines de mercure peſant plus de 150 livres, s'enlever par la force de l'exploſion : le mercure jailliſſoit au loin, & la cloche étoit briſée en grand nombre d'éclats.

Lorſque l'expérience a réuſſi & que le gaz eſt raſſemblé ſous la cloche, on en détermine le volume, comme je l'ai indiqué, pages 39 & 40. On y introduit enſuite un peu d'eau, depuis la potaſſe diſſoute dans l'eau & dépouillée d'acide carbonique, & on parvient à en faire une analyſe rigoureuſe, comme je l'ai enſeigné pages 43 & ſuivantes.

Il me tarde d'avoir mis la dernière main aux expériences que j'ai commencées ſur les détonations, parce qu'elles ont un rapport immé-

diat avec les objets dont je suis chargé, & qu'elles jetteront, à ce que j'espère, quelques lumières sur les opérations relatives à la fabrication de la poudre.

CHAPITRE VIII.

Des Instrumens nécessaires pour opérer sur les corps à de très-hautes températures.

§. PREMIER.

De la Fusion.

LORSQU'ON écarte les unes des autres, par le moyen de l'eau, les molécules d'un sel, cette opération, comme nous l'avons vu plus haut, se nomme *solution*. Ni le dissolvant, ni le corps tenu en dissolution ne sont décomposés dans cette opération ; aussi dès l'instant que la cause qui tenoit les molécules écartées cesse, elles se réunissent, & la substance saline reparoît telle qu'elle étoit avant la solution.

On opère aussi de véritables solutions par le feu, c'est-à-dire, en introduisant & en accumulant entre les molécules d'un corps une grande quantité de calorique. Cette solution des corps par le feu se nomme *fusion*.

Les fusions en général se font dans des vases

que l'on nomme creusets, & l'une des premières conditions est qu'ils soient moins fusibles que la substance qu'ils doivent contenir. Les Chimistes de tous les âges ont en conséquence attaché une grande importance à se procurer des creusets de matières très-réfractaires, c'est-à-dire, qui eussent la propriété de résister à un très-grand degré de feu. Les meilleurs sont ceux qui sont faits avec de l'argile très-pure ou de la terre à porcelaine. On doit éviter d'employer pour cet usage les argiles mêlangées de silice ou de terre calcaire, parce qu'elles sont trop fusibles. Toutes celles qu'on tire aux environs de Paris sont dans ce cas; aussi les creusets qu'on fabrique dans cette ville fondent-ils à une chaleur assez médiocre, & ne peuvent-ils servir que dans un très-petit nombre d'opérations chimiques. Ceux qui viennent de Hesse sont assez bons, mais on doit préférer ceux de terre de Limoges qui paroissent être absolument infusibles. Il existe en France un grand nombre d'argiles propres à faire des creusets; telle est celle, par exemple, dont on se sert pour les creusets de la glacerie de Saint-Gobin.

On donne aux creusets différentes formes, suivant les opérations auxquelles on se propose de les employer. On a représenté celles qui sont le plus usitées dans les *fig.* 7, 8, 9 & 10 de

la *planche VII.* Ceux représentés *figure* 9, qui sont presque fermés par en haut, se nomment *tutes.*

Quoique la fusion puisse souvent avoir lieu sans que le corps qui y est soumis change de nature & se décompose, cette opération est cependant aussi un des moyens de décomposition & de recomposition que la Chimie emploie. C'est par la fusion qu'on extrait tous les métaux de leurs mines, qu'on les revivifie, qu'on les moule, qu'on les allie les uns aux autres ; c'est par elle que l'on combine l'alkali & le sable pour former du verre, que se fabriquent les pierres colorées, les émaux, &c.

Les anciens Chimistes employoient beaucoup plus fréquemment l'action d'un feu violent, que nous ne le faisons aujourd'hui. Depuis qu'on a introduit plus de rigueur dans la manière de faire des expériences, on préfère la voie humide à la voie sèche, & on n'a recours à la fusion que lorsqu'on a épuisé tous les autres moyens d'analyse.

Pour appliquer aux corps l'action du feu, on se sert de fourneaux, & il me reste à décrire ceux qu'on emploie pour les différentes opérations de la Chimie.

§. II.

Des Fourneaux.

Les fourneaux font les inftrumens dont on fait le plus d'ufage en Chimie : c'eft de leur bonne ou de leur mauvaife conftruction que dépend le fort d'un grand nombre d'opérations ; en forte qu'il eft d'une extrême importance de bien monter un laboratoire en ce genre. Un fourneau eft une efpèce de tour cylindrique creufe ABCD, quelquefois un peu évafée par le haut, *planche VIII, fig.* 1. Elle doit avoir au moins deux ouvertures latérales, une fupérieure F qui eft la porte du foyer, une inférieure G qui eft la porte du cendrier.

Dans l'intervalle de ces deux portes, le fourneau eft partagé en deux par une grille placée horifontalement, qui forme une efpèce de diaphragme & qui eft deftinée à foutenir le charbon. On a indiqué la place de cette grille par la ligne HI. La capacité qui eft au-deffus de la grille, c'eft-à-dire au-deffus de la ligne HI, fe nomme foyer, parce qu'en effet c'eft dans cette partie que l'on entretient le feu ; la capacité qui eft au-deffous porte le nom de cendrier, par la raifon que c'eft dans cette partie que fe raffemblent les cendres à mefure qu'elles fe forment.

Le fourneau représenté *planche XIII*, *fig.* 1, est le moins compliqué de tous ceux dont on se sert en Chimie, & il peut être employé cependant à un grand nombre d'usages. On peut y placer des creusets, y fondre du plomb, de l'étain, du bismuth, & en général toutes les matières qui n'exigent pas pour être fondues, un degré de feu très-considérable. On peut y faire des calcinations métalliques, placer dessus des bassines, des vaisseaux évaporatoires, des capsules de fer pour former des bains de sable, comme on le voit représenté *pl. III*, *fig.* 1 & 2. C'est pour le rendre applicable à ces différentes opérations, qu'on a ménagé dans le haut des échancrures *m m m m*; autrement la bassine qu'on auroit posée sur le fourneau auroit intercepté tout passage à l'air, & le charbon se feroit éteint. Si ce fourneau ne produit qu'un degré de chaleur médiocre, c'est que la quantité de charbon qu'il peut consommer est limitée par la quantité d'air qui peut passer par l'ouverture G du cendrier. On augmenteroit beaucoup son effet, en aggrandissant cette ouverture, mais le grand courant d'air qui conviendroit dans quelques expériences, auroit de l'inconvénient dans beaucoup d'autres, & c'est ce qui oblige de garnir un laboratoire de fourneaux de différentes formes & construits sous différens points de vue. Il en faut sur-tout plusieurs sem-

blables à celui que je viens de décrire, & de différentes grandeurs.

Une autre espèce de fourneau, peut-être encore plus néceſſaire, eſt le fourneau de réverbère repréſenté *planche XIII*, *figure* 2. Il eſt compoſé, comme le fourneau ſimple, d'un cendrier HIKL dans ſa partie inférieure, d'un foyer K L M N, d'un laboratoire MNOP, d'un dôme RSRS; enfin le dôme eſt ſurmonté d'un tuyau TTVV, auquel on peut en ajouter pluſieurs autres ſuivant le genre des expériences.

C'eſt dans la partie M N O P nommée le laboratoire, que ſe place la cornûe A qu'on a indiquée par une ligne ponctuée; elle y eſt ſoutenue ſur deux barres de fer qui traverſent le fourneau. Son col ſort par une échancrure latérale, faite partie dans la pièce qui forme le laboratoire, partie dans celle qui forme le dôme. A cette cornue s'adapte un récipient B.

Dans la plûpart des fourneaux de réverbère qui ſe trouvent tout faits chez les potiers de terre à Paris, les ouvertures tant inférieures que ſupérieures ſont beaucoup trop petites; elles ne donnent point paſſage à un volume d'air aſſez conſidérable; & comme la quantité de charbon conſommée, ou, ce qui revient au même, comme la quantité de calorique dégagée eſt à-peu-près pro-

portionnelle à la quantité d'air qui passe par le fourneau, il en résulte que ces fourneaux ne produisent pas tout l'effet qu'on pourroit desirer dans un grand nombre d'opérations. Pour admettre d'abord par le bas un volume d'air suffisant, il faut, au lieu d'une ouverture G au cendrier, en avoir deux G G : on en condamne une lorsqu'on le juge à propos, & alors on n'obtient plus qu'un degré de feu modéré; on les ouvre au contraire l'une & l'autre, quand on veut donner le plus grand coup de feu que le fourneau puisse produire.

L'ouverture supérieure S S du dôme, ainsi que celle des tuyaux V V X X, doit être aussi beaucoup plus grande qu'on n'a coutume de la faire.

Il est important de ne point employer des cornues trop grosses relativement à la grandeur du fourneau. Il faut qu'il y ait toujours un espace suffisant pour le passage de l'air entre les parois du fourneau & celles du vaisseau qui y est contenu. La cornue A dans la *figure* 2 est un peu trop petite pour ce fourneau, & je trouve plus facile d'en avertir que de faire rectifier la figure.

Le dôme a pour objet d'obliger la flamme & la chaleur à environner de toutes parts la cor-

nue & de la réverbérer; c'eſt de-là qu'eſt venu le nom de fourneau de réverbère. Sans cette réverbération de la chaleur, la cornue ne feroit échauffée que par fon fond; les vapeurs qui s'en éleveroient fe condenferoient dans la partie fupérieure, elles fe recohoberoient continuellement fans paſſer dans le récipient : mais au moyen du dôme, la cornue fe trouve échauffée de toutes parts; les vapeurs ne peuvent donc fe condenfer que dans le col & dans le récipient, & elles font forcées de fortir de la cornue.

Quelquefois, pour empêcher que le fond de la cornue ne foit échauffé ou refroidi trop brufquement, & pour éviter que ces alternatives de chaud & de froid n'en occafionnent la fracture, on place fur les barres une petite capfule de terre cuite dans laquelle on met un peu de fable, & on pofe fur ce fable le fond de la cornue.

Dans beaucoup d'opérations on enduit les cornues de différens luts. Quelques-uns de ces luts n'ont pour objet que de les défendre des alternatives de chaud & de froid; quelquefois ils ont pour objet de contenir le verre, ou plutôt de former une double cornue qui fupplée à celle de verre dans les opérations où le degré de feu eſt aſſez fort pour le ramollir.

Le premier de ces luts fe fait avec de la

terre à four à laquelle on joint un peu de bourre ou poil de vache : on fait une pâte de ces matières, & on l'étend sur les cornues de verre ou de grès. Si au lieu de terre à four qui est mêlangée, on n'avoit que de l'argile ou de la glaise pure, il faudroit y ajouter du sable. A l'égard de la bourre, elle est utile pour mieux lier ensemble la terre : elle brûle à la première impression du feu, mais les interstices qu'elle laisse empêchent que l'eau qui est contenue dans la terre, en se vaporisant, ne rompe la continuité du lut & qu'il ne tombe en poussière.

Le second lut est composé d'argile & de fragmens de poteries de grès grossièrement pilés. On en fait une pâte assez ferme, qu'on étend sur les cornues. Ce lut se desséche & se durcit par le feu, & forme lui-même une véritable cornue supplémentaire, qui contient les matières quand la cornue de verre vient à se ramollir. Mais ce lut n'est d'aucune utilité dans les expériences où on a pour objet de recueillir les gaz, parce qu'il est toujours poreux & que les fluides aériformes passent au travers.

Dans un grand nombre d'opérations, & en général toutes les fois qu'on n'a pas besoin de donner aux corps qu'on traite un degré de chaleur très-violent, le fourneau de réverbère peut

ſervir de fourneau de fuſion. On ſupprime alors le laboratoire M N O P, & on établit à la place le dôme RSRS, comme on le voit repréſenté *planche XIII*, *fig. 3*.

Un fourneau de fuſion très - commode eſt celui repréſenté *figure 4*. Il eſt compoſé d'un foyer A B C D, d'un cendrier ſans porte & d'un dôme AB GH. Il eſt troué en E pour recevoir le bout d'un ſoufflet qu'on y lute ſolidement. Il doit être proportionnellement moins haut qu'il n'eſt repréſenté dans la figure. Ce fourneau ne procure pas un degré de feu très-violent ; mais il ſuffit pour toutes les opérations courantes. Il a de plus l'avantage d'être tranſporté commodément, & de pouvoir être placé dans tel lieu du laboratoire qu'on le juge à propos. Mais ces fourneaux particuliers ne diſpenſent pas d'avoir dans un laboratoire une forge garnie d'un bon ſoufflet, & ce qui eſt encore plus important, un bon fourneau de fuſion. Je vais donner la deſcription de celui dont je me ſers, & détailler les principes d'après leſquels je l'ai conſtruit.

L'air ne circule dans un fourneau que parce qu'il s'échauffe en paſſant à travers les charbons : alors il ſe dilate ; devenu plus léger que l'air environnant, il eſt forcé de monter par la preſſion des colonnes latérales, & il eſt

remplacé par de nouvel air qui arrive de toutes parts, principalement par-deſſous. Cette circulation de l'air a lieu lorſque l'on brûle du charbon même dans un ſimple réchaut : mais il eſt aiſé de concevoir que la maſſe d'air qui paſſe par un fourneau ainſi ouvert de toutes parts, ne peut pas être, toutes choſes d'ailleurs égales, auſſi grande que celle qui eſt contrainte de paſſer par un fourneau formé en tour creuſe, comme le ſont en général les fourneaux chimiques, & que par conſéquent la combuſtion ne peut pas y être auſſi rapide.

Soit ſuppoſé, par exemple, un fourneau A B C D E F, *planche XIII, figure* 5, ouvert par le haut & rempli de charbons ardens ; la force avec laquelle l'air ſera obligé de paſſer à travers les charbons, ſera meſurée par la différence de peſanteur ſpécifique de deux colonnes A C, l'une d'air froid pris en dehors du fourneau, l'autre d'air chaud pris en-dedans. Ce n'eſt pas qu'il n'y ait encore de l'air échauffé au-deſſus de l'ouverture AB du fourneau, & il eſt certain que ſon excès de légéreté doit entrer auſſi pour quelque choſe dans le calcul ; mais comme cet air chaud eſt continuellement refroidi & emporté par l'air extérieur, cette portion ne peut pas faire beaucoup d'effet.

Mais ſi à ce même fourneau on ajoute un

grand tuyau creux de même diamètre que celui G H A B, qui défende l'air qui a été échauffé par les charbons ardens, d'être refroidi, dispersé & emporté par l'air environnant, la différence de pesanteur spécifique, en vertu de laquelle s'opérera la circulation de l'air, ne sera plus celle de deux colonnes A C, l'une extérieure, l'autre intérieure ; ce sera celle de deux colonnes égales à G C. Or, à chaleur égale, si la colonne G C = 3 A C, la circulation de l'air se fera en raison d'une force triple. Il est vrai que je suppose ici que l'air contenu dans la capacité G H C D est autant échauffé que l'étoit l'air contenu dans la capacité A B C D, ce qui n'est pas rigoureusement vrai ; car la chaleur doit décroître de A B à G H : mais comme il est évident que l'air de la capacité G H A B est beaucoup plus chaud que l'air extérieur, il en résulte toujours que l'addition de la tour creuse GHAB augmente la rapidité du courant d'air, qu'il en passe plus à travers les charbons, & que par conséquent il y aura plus de combustion.

Conclurons-nous de ces principes qu'il faille augmenter indéfiniment la longueur du tuyau G H A B ? Non sans doute ; car, puisque la chaleur de l'air diminue de A B en G H, ne fût-ce que par le refroidissement causé à cet air

par le contact des parois du tuyau, il en résulte que la pesanteur spécifique de l'air qui le traverse diminue graduellement, & que si le tuyau étoit prolongé à un certain point, on arriveroit à un terme où la pesanteur spécifique de l'air seroit égale en-dedans & en-dehors du tuyau; & il est évident qu'alors cet air froid qui ne tendroit plus à monter, seroit une masse à déplacer qui apporteroit une résistance à l'ascension de l'air inférieur. Bien plus, comme cet air est nécessairement mêlé de gaz acide carbonique, & que ce gaz est plus lourd que l'air atmosphérique, il arriveroit, si ce tuyau étoit assez long pour que l'air, avant de parvenir à son extrêmité pût se rapprocher de la température extérieure, qu'il tendroit à redescendre; d'où il faut conclure que la longueur des tuyaux qu'on ajoute sur les fourneaux est limitée par la nature des choses.

Les conséquences auxquelles nous conduisent ces réflexions, sont 1°. que le premier pied de tuyau qu'on ajoute sur le dôme d'un fourneau, fait plus d'effet que le sixième, par exemple; que le sixième en fait plus que le dixième: mais aucune expérience ne nous a encore fait connoître à quel terme on doit s'arrêter; 2°. que ce terme est d'autant plus éloigné, que le tuyau est moins bon conducteur de chaleur, puisque l'air

l'air s'y refroidit d'autant moins; en sorte que la terre cuite est beaucoup préférable à la tôle pour faire des tuyaux de fourneaux, & que si même on les formoit d'une double enveloppe, si on remplissoit l'intervalle de charbon pilé, qui est une des substances la moins propre à transmettre la chaleur, on retarderoit le refroidissement de l'air, & on augmenteroit par conséquent la rapidité du courant & la possibilité d'employer un tuyau plus long; 3°. que le foyer du fourneau étant l'endroit le plus chaud & celui par conséquent où l'air qui le traverse est le plus dilaté, cette partie du fourneau doit être aussi la plus volumineuse, & qu'il est nécessaire d'y ménager un renflement considérable. Il est d'une nécessité d'autant plus indispensable de donner beaucoup de capacité à cette partie du fourneau, qu'elle n'est pas seulement destinée au passage de l'air qui doit favoriser, ou pour mieux dire, opérer la combustion; elle doit encore contenir le charbon & le creuset; en sorte qu'on ne peut compter pour le passage de l'air que l'intervalle que laissent entr'eux les charbons.

C'est d'après ces principes que j'ai construit mon fourneau de fusion, & je ne crois pas qu'il en existe aucun qui produise un effet plus violent. Cependant je n'ose pas encore me flatter

d'être arrivé à la plus grande intensité de chaleur qu'on puisse produire dans les fourneaux chimiques. On n'a point encore déterminé par des expériences exactes l'augmentation de volume que prend l'air en traversant un fourneau de fusion; en sorte qu'on ne connoît point le rapport qu'on doit observer entre les ouvertures inférieures & supérieures d'un fourneau : on connoît encore moins la grandeur absolue qu'il convient de donner à ces ouvertures. Les données manquent donc, & on ne peut encore arriver au but que par tâtonnement.

Ce fourneau est représenté *pl. XIII*, *fig. 6*. Je lui ai donné, d'après les principes que je viens d'exposer, la forme d'un sphéroïde elliptique A B C D, dont les deux bouts sont coupés par un plan qui passeroit par chacun des foyers perpendiculairement au grand axe. Au moyen du renflement qui résulte de cette figure, le fourneau peut tenir une masse de charbon considérable, & il reste encore dans l'intervalle assez d'espace pour le passage du courant d'air.

Pour que rien ne s'oppose au libre accès de l'air extérieur, je l'ai laissé entièrement ouvert par-dessous, à l'exemple de M. Macquer, qui avoit déja pris cette même précaution pour son fourneau de fusion, & je l'ai posé sur un trépied. La grille dont je me sers est à claire-voie

& en fer méplat; & pour que les barreaux opposent moins d'obstacle au passage de l'air, je les ai fait poser non sur leur côté plat, mais sur le côté le plus étroit, comme on le voit *figure 7*. Enfin j'ai ajouté à la partie supérieure A B un tuyau de 18 pieds de long en terre cuite, & dont le diamètre intérieur est presque de moitié de celui du fourneau. Quoique j'obtienne déjà avec ce fourneau un feu supérieur à celui qu'aucun Chimiste se soit encore procuré jusqu'ici, je le crois susceptible d'être sensiblement augmenté par les moyens simples que j'ai indiqués, & dont le principal consiste à rendre le tuyau F G A B le moins bon conducteur de chaleur qu'il soit possible.

Il me reste à dire un mot du fourneau de coupelle ou fourneau d'essai. Lorsqu'on veut connoître si du plomb contient de l'or ou de l'argent, on le chauffe à grand feu dans de petites capsules faites avec des os calcinés, & qui, en termes d'essai, se nomment *coupelles*. Le plomb s'oxide, il devient susceptible de se vitrifier, il s'imbibe & s'incorpore avec la coupelle. On conçoit que le plomb ne peut s'oxider qu'avec le contact de l'air; ce ne peut donc être, ni dans un creuset où le libre accès de l'air extérieur est interdit, ni même au milieu d'un fourneau à travers les charbons ardens, puisque l'air de l'intérieur d'un fourneau altéré par la

combuſtion & réduit pour la plus grande partie à l'état de gaz azote & de gaz acide carbonique, n'eſt plus propre à la calcination & à l'oxidation des métaux. Il a donc fallu imaginer un appareil particulier où le métal fût en même temps expoſé à la grande violence du feu, & garanti du contact de l'air devenu incombuſtible par ſon paſſage à travers les charbons. Le fourneau deſtiné à remplir ce double objet, a été nommé, dans les arts, fourneau de coupelle. Il eſt communément de forme carrée, ainſi qu'il eſt repréſenté *planche XIII*, *figure 8*. Voyez auſſi ſa coupe, *figure 10*. Comme tous les fourneaux bien conſtruits, il doit avoir un cendrier AABB, un foyer BBCC, un laboratoire CCDD, un dôme DDEE.

C'eſt dans le laboratoire qu'on place ce qu'on nomme la mouffle. C'eſt une eſpèce de petit four GH, *figures 9 & 10*, fait de terre cuite & fermé par le fond. On le poſe ſur des barres qui traverſent le fourneau, il s'ajuſte avec l'ouverture G de la porte, & on l'y lute avec de l'argile délayée avec de l'eau. C'eſt dans cette eſpèce de four que ſe placent les coupelles. On met du charbon deſſus & deſſous la mouffle par les portes du dôme & du foyer : l'air qui eſt entré par les ouvertures du cendrier, après avoir ſervi à la combuſtion, s'échappe par l'ouverture ſupé-

rieure EE. A l'égard de la mouffle, l'air extérieur y pénètre par la porte GG, & il y entretient la calcination métallique.

En réfléchiſſant ſur cette conſtruction, on s'apperçoit aiſément combien elle eſt vicieuſe. Elle à deux inconvéniens principaux : quand la porte GG eſt fermée, l'oxidation ſe fait lentement & difficilement à défaut d'air pour l'entretenir ; lorſqu'elle eſt ouverte, le courant d'air froid qui s'introduit fait figer le métal & ſuſpend l'opération. Il ne feroit pas difficile de remédier à ces inconvéniens, en conſtruiſant la mouffle & le fourneau de manière qu'il y eût un courant d'air extérieur toujours renouvelé, qui rasât la ſurface du métal. On feroit paſſer cet air à travers un tuyau de terre qui feroit entretenu rouge par le feu même du fourneau, afin que l'intérieur de la mouffle ne fût jamais refroidi ; & on feroit en quelques minutes ce qui demande ſouvent un temps conſidérable.

M. Sage a été conduit par d'autres principes à de ſemblables conſéquences. Il place la coupelle qui contient le plomb allié de fin dans un fourneau ordinaire à travers les charbons ; il la recouvre avec une petite mouffle de porcelaine, & quand le tout eſt ſuffiſamment chaud, il dirige ſur le métal le courant d'air d'un ſoufflet ordinaire à main : la coupellation de cette manière ſe fait avec une

grande facilité, & à ce qu'il paroît, avec beaucoup d'exactitude.

§. III.

Des moyens d'augmenter considérablement l'action du feu, en substituant le gaz oxygène à l'air de l'atmosphère.

On a obtenu avec les grands verres ardens qui ont été construits jusqu'à ce jour, tels que ceux de Tchirnausen & celui de M. de Trudaine, une intensité de chaleur un peu plus grande que celle qui a lieu dans les fourneaux chimiques, & même dans les fours où l'on cuit la porcelaine dure. Mais ces instrumens sont extrêmement chers, & ils ne vont pas même jusqu'à fondre la platine brute; en sorte que leur avantage, relativement à l'effet qu'ils produisent, n'est presque d'aucune considération, & qu'il est plus que compensé par la difficulté de se les procurer & même d'en faire usage.

Les miroirs concaves à diamètre égal font un peu plus d'effet que les verres ardens; on en a la preuve par les expériences faites par MM. Macquer & Baumé, avec le miroir de M. l'Abbé Bouriot : mais comme la direction des rayons réfléchis est de bas en haut, il faut opérer en l'air & sans support; ce qui rend absolument impossible

le plus grand nombre des expériences chimiques.

Ces considérations m'avoient déterminé d'abord à essayer de remplir de grandes vessies de gaz oxygène, à y adapter un tube susceptible d'être fermé par un robinet, & à m'en servir pour animer avec ce gaz le feu des charbons allumés. L'intensité de chaleur fut telle, même dans mes premières tentatives, que je parvins à fondre une petite quantité de platine brute avec assez de facilité.

C'est à ce premier succès que je dois l'idée du gazomètre dont j'ai donné la description, page 24 & suivantes. Je l'ai substitué aux vessies; & comme on peut donner au gaz oxygène le degré de pression qu'on juge à propos, on peut non-seulement s'en procurer un écoulement continu, mais lui donner même un grand degré de vîtesse.

Le seul appareil dont on ait besoin pour ce genre d'expériences, consiste en une petite table ABCD, *planche XII*, *figure 15*, percée d'un trou en F, à travers lequel on fait passer un tube de cuivre ou d'argent F G, terminé en G par une très-petite ouverture qu'on peut ouvrir ou fermer par le moyen du robinet H. Ce tube se continue par-dessous la table en *l m n o*, & va s'adapter au gazomètre avec l'intérieur duquel il communique. Lorsqu'on veut opérer, on commence à faire avec le tourne-vis K L un

creux de quelques lignes de profondeur dans un gros charbon noir. On place dans ce creux le corps que l'on veut fondre : on allume ensuite le charbon avec un chalumeau de verre, à la flamme d'une chandelle ou d'une bougie; après quoi on l'expose au courant de gaz oxygène qui sort avec rapidité par le bec ou extrêmité G du tube F G.

Cette manière d'opérer ne peut être employée que pour les corps qui peuvent être mis sans inconvénient en contact avec les charbons, tels que les métaux, les terres simples, &c. A l'égard des corps dont les principes ont de l'affinité avec le charbon & que cette substance décompose, comme les sulfates, les phosphates, & en général presque tous les sels neutres, les verres métalliques, les émaux, &c. on se sert de la lampe d'émailleur, à travers de laquelle on fait passer un courant de gaz oxygène. Alors, au lieu de l'ajutage recourbé E G, on se sert de celui coudé S T, qu'on visse à la place & qui dirige le courant de gaz oxygène à travers la flamme de la lampe. L'intensité de chaleur que donne ce second moyen n'est pas aussi forte que celle qu'on obtient par le premier, & ce n'est qu'avec beaucoup de peine qu'on parvient à fondre la platine.

Les supports dont on se sert dans cette se-

conde manière d'opérer, font ou des coupelles d'os calcinés, ou de petites capſules de porcelaine, ou même des capſules ou cuillers métalliques. Pourvu que ces dernières ne ſoient pas trop petites, elles ne fondent pas, attendu que les métaux ſont bons conducteurs de chaleur, que le calorique ſe répartit en conſéquence promptement & facilement dans toute la maſſe, & n'en échauffe que médiocrement chacune des parties.

On peut voir dans les volumes de l'Académie, année 1782, page 476, & 1783, page 573, la ſuite d'expériences que j'ai faites avec cet appareil. Il en réſulte, 1°. que le criſtal de roche, c'eſt-à-dire la terre ſiliceuſe pure, eſt infuſible; mais qu'elle devient ſuſceptible de ramolliſſement & de fuſion, dès qu'elle eſt mélangée.

2°. Que la chaux, la magnéſie & la baryte ne ſont fuſibles ni ſeules, ni combinées enſemble; mais qu'elles facilitent, ſur-tout la chaux, la fuſion de toutes les autres ſubſtances.

3°. Que l'alumine eſt complettement fuſible ſeule, & qu'il réſulte de ſa fuſion une ſubſtance vitreuſe opaque très-dure, qui raye le verre comme les pierres précieuſes.

4°. Que toutes les terres & pierres compoſées ſe fondent avec beaucoup de facilité, & forment un verre brun.

5°. Que toutes les ſubſtances ſalines, même l'alkali fixe, ſe volatiliſent en peu d'inſtans.

6°. Que l'or, l'argent, &c. & probablement la platine, ſe volatiliſent lentement à ce degré de feu, & ſe diſſipent ſans aucune circonſtance particulière.

7°. Que toutes les autres ſubſtances métalliques, à l'exception du mercure, s'oxident quoique placées ſur un charbon; qu'elles y brûlent avec une flamme plus ou moins grande & diverſement colorée, & finiſſent par ſe diſſiper entièrement.

8°. Que les oxides métalliques brûlent également tous avec flamme; ce qui ſemble établir un caractère diſtinctif de ces ſubſtances, & ce qui me porte à croire, comme Bergman l'avoit ſoupçonné, que la baryte eſt un oxide métallique, quoiqu'on ne ſoit pas encore parvenu à en obtenir le métal dans ſon état de pureté.

9°. Que parmi les pierres précieuſes, les unes, comme le rubis, ſont ſuſceptibles de ſe ramollir & de ſe ſouder, ſans que leur couleur & même que leur poids ſoient altérés; que d'autres, comme l'hyacinthe dont la fixité eſt preſque égale à celle du rubis, perdent facilement leur couleur; que la topaſe de Saxe, la topaſe & le rubis du Breſil non-ſeulement ſe décolorent promptement à ce degré de feu, mais qu'ils perdent même un cinquième de leur poids, & qu'il reſte, lorſqu'ils ont ſubi cette

altération, une terre blanche semblable en apparence à du quartz blanc ou à du biscuit de porcelaine; enfin que l'émeraude, la chrysolite & le grenat fondent presque sur-le-champ en un verre opaque & coloré.

10°. Qu'à l'égard du diamant, il présente une propriété qui lui est toute particulière, celle de se brûler à la manière des corps combustibles & de se dissiper entièrement.

Il est un autre moyen dont je n'ai point encore fait usage, pour augmenter encore davantage l'activité du feu par le moyen du gaz oxygène; c'est de l'employer à souffler un feu de forge. M. Achard en a eu la première idée; mais les procédés qu'il a employés & au moyen desquels il croyoit déphlogistiquer l'air de l'atmosphère, ne l'ont conduit à rien de satisfaisant. L'appareil que je me propose de faire construire, sera très-simple: il consistera dans un fourneau ou espèce de forge d'une terre extrêmement réfractaire; sa figure sera à-peu-près semblable à celle du fourneau représenté *planche XIII*, *figure 4*; il sera seulement moins élevé & en général construit sur de plus petites dimensions. Il aura deux ouvertures, l'une en E à laquelle s'adaptera le bout d'un soufflet, & une seconde toute semblable, à laquelle s'ajustera un tuyau qui communiquera avec le gazomètre. Je pousserai d'abord le feu aussi loin qu'il sera possible

par le vent du soufflet ; & quand je ferai parvenu à ce point, je remplirai entièrement le fourneau de charbons embrasés ; puis interceptant tout-à-coup le vent du soufflet, je donnerai par l'ouverture d'un robinet accès au gaz oxygène du gazomètre, & je le ferai arriver avec quatre ou cinq pouces de pression. Je puis réunir ainsi le gaz oxygène de plusieurs gazomètres, de manière à en faire passer jusqu'à huit à neuf pieds cubes à travers le fourneau ; & je produirai une intensité de chaleur certainement très-supérieure à ce que nous connoissons. J'aurai soin de tenir l'ouverture supérieure du fourneau très-grande, afin que le calorique ait une libre issue, & qu'une expansion trop rapide de ce fluide si éminemment élastique ne produise point une explosion.

FIN.

TABLES
A L'USAGE
DES CHIMISTES.

TABLES
A L'USAGE DES CHIMISTES.

N°. I.

Table pour convertir les onces, gros & grains en fractions décimales de livre, poids de marc.

Table pour les Grains.

Grains poids de marc.	Fractions décimales de livre correspondantes.	Grains poids de marc.	Fractions décimales de livre correspondantes.
	livre.		livre.
1	0,000108507	13	0,001410591
2	0,000217014	14	0,001519098
3	0,000325521	15	0,001627605
4	0,000434028	16	c,001736112
5	0,000542535	17	0,001844619
6	0,000651042	18	0,001953125
7	0,000759549	19	0,002061633
8	0,000868056	20	0,002170140
9	0,000976563	21	0,002278647
10	0,001085070	22	0,002387154
11	0,001193577	23	0,002495661
12	0,001302084	24	0,002604168

Grains poids de marc.	Fractions décimales de livre correspondantes.	Grains poids de marc.	Fractions décimales de livre correspondantes.
	livre.		livre.
25	0,002712675	51	0,005533857
26	0,002821182	52	0,005642364
27	0,002929689	53	0,005750871
28	0,003038196	54	0,005859378
29	0,003146703	55	0,005967885
30	0,003255210	56	0,006076372
31	0,003363717	57	0,006184899
32	0,003472224	58	0,006293406
33	0,003580731	59	0,006401913
34	0,003689238	60	0,006510420
35	0,003797745	61	0,006618927
36	0,003906252	62	0,006727434
37	0,004014759	63	0,006835941
38	0,004123266	64	0,006944448
39	0,004231773	65	0,007052955
40	0,004340280	66	0,007161462
41	0,004448787	67	0,007269969
42	0,004557294	68	0,007378456
43	0,004665801	69	0,007486983
44	0,004774308	70	0,007595490
45	0,004882815	71	0,007703997
46	0,004991322	72	0,007812504
47	0,005099829	73	0,007921011
48	0,005208336	74	0,008029518
49	0,005316843	75	0,008138025
50	0,005425350	76	0,008246532

Grains

Grains poids de marc.	Fractions décimales de livre correspondantes.	Grains poids de marc.	Fractions décimales de livre correspondantes.
	livre.		livre.
77	0,008355039	89	0,009657123
78	0,008463546	90	0,009765630
79	0,008572053	91	0,009874137
80	0,008680560	92	0,009982644
81	0,008789067	93	0,010091151
82	0,008897574	94	0,010199658
83	0,009006081	95	0,010308165
84	0,009114588	96	0,010416672
85	0,009223095	97	0,010525179
86	0,009331602	98	0,010633686
87	0,009440109	99	0,010742193
88	0,009548616	100	0,010850700

POUR LES GROS. POUR LES ONCES.

gros.	livre.	onces.	livre.
1	0,0078125	1	0,0625000
2	0,0156250	2	0,1250000
3	0,0234375	3	0,1875000
4	0,0312500	4	0,2500000
5	0,0390625	5	0,3125000
6	0,0468750	6	0,3750000
7	0,0546875	7	0.4375000
8	0,0625000	8	0,5000000
9	0,0703125	9	0,5625000
10	0,0781250	10	0,6250000
11	0.0859375	11	0.6875000
12	0,0937500	12	0.7500000
13	0,1015625	13	0,8125000
14	0,1093750	14	0.8750000
15	0,1171875	15	0.9375000
16	0,1250000	16	1,0000000

N°. II.

TABLE pour convertir les fractions décimales de livre en fractions vulgaires.

POUR LES DIXIÈMES DE LIVRE.

Fractions décimales de livre.	*Fractions vulgaires de livre correspondantes.*
livre.	onces. gros. grains.
0,1	1..4..57,60
0,2	3..1..43,20
0,3	4..6..28,80
0,4	6..3..14,40
0,5	8..8..0
0,6	9..4..57,60
0,7	11..1..43,20
0,8	12..6..28,80
0,9	14..3..14,40
1,	16..0..0

POUR LES MILLIÈMES DE LIVRE.

Fractions décimales de livre.	*Fractions vulgaires de livre correspondantes.*
livre.	gros. grains.
0,001	»..».. 9,22
0,002	»..»..18,43
0,003	»..»..27,65
0,004	»..»..36,86
0,005	»..»..46,08
0,006	»..»..55,30
0,007	»..»..64,51
0,008	»..1.. 1,73
0,009	»..1..10,94
0,010	»..1..20,16

POUR LES CENTIÈMES DE LIVRE.

livre.	onces. gros. grains.
0,01	»..1..20,16
0,02	»..2..40,32
0,03	»..3..60,48
0,04	»..5.. 8,64
0,05	»..6..28,80
0,06	»..7..48,96
0,07	1..0..69,12
0,08	1..2..17,28
0,09	1..3..37.44
0,10	1..4..57,60

POUR LES DIX MILLIÈMES DE LIVRE.

livre.	grains.
0,0001	0,92
0,0002	1,84
0,0003	2,76
0,0004	3,69
0,0005	4,61
0,0006	5,53
0,0007	6,45
0,0008	7,37
0,0009	8,29
0,0010	9,22

POUR LES CENT MILLIEMES DE LIVRE.

Fractions décimales de livre.	Fractions vulgaires de livre correspondantes.
livre.	grains.
0,00001	0,09
0,00002	0,18
0,00003	0,28
0,00004	0,37
0,00005	0,46
0,00006	0,55
0,00007	0,64
0,00008	0,74
0,00009	0,83
0,00010	0,92

POUR LES MILLIONIÈMES DE LIVRE.

Fractions décimales de livre.	Fractions vulgaires de livre correspondantes.
livre.	grains.
0,000001	0,01
0,000002	0,02
0,000003	0,03
0,000004	0,04
0,000005	0,05
0,000006	0,06
0,000007	0,07
0,000008	0,08
0,000009	0,09
0,000010	0,10

N°. III.

TABLE du nombre de Pouces cubes correspondans à un poids déterminé d'eau.

TABLE POUR LES GRAINS.

Grains d'eau, poids de marc.	*Nombre de pouces cubes correspondans.*	*Grains d'eau, poids de marc.*	*Nombre de pouces cubes correspondans.*
1	0,003	23	0,062
2	0,005	24	0,065
3	0,008	25	0,067
4	0,011	26	0,070
5	0,013	27	0,073
6	0,016	28	0,076
7	0,019	29	0,078
8	0,022	30	0,081
9	0,024	31	0,084
10	0,027	32	0,086
11	0,030	33	0,089
12	0,032	34	0,092
13	0,035	35	0,094
14	0,038	36	0,097
15	0,040	37	0,100
16	0,043	38	0,103
17	0,046	39	0,105
18	0,049	40	0,108
19	0,051	41	0,111
20	0,054	42	0,113
21	0,057	43	0,116
22	0,059	44	0,119

Grains d'eau, poids de marc.	*Nombre de pouces cubes correspondans.*	*Grains d'eau, poids de marc.*	*Nombre de pouces cubes correspondans.*
45	0,121	59	0,159
46	0,124	60	0,162
47	0,127	61	0,165
48	0,130	62	0,167
49	0,132	63	0,170
50	0,135	64	0,173
51	0,138	65	0,175
52	0,140	66	0,178
53	0,143	67	0,181
54	0,146	68	0,184
55	0,148	69	0,186
56	0,151	70	0,189
57	0,154	71	0,192
58	0,157	72	0,194

TABLE POUR LES GROS.

	pou. cub.
1	0,193
2	0,386
3	0,579
4	0,772
5	0,965
6	1,158
7	1,351
8	1,543

TABLE POUR LES ONCES

	pou. cub.
1	1,543
2	3,086
3	4,629
4	6,172
5	7,715
6	9,258
7	10,801
8	12,344
9	13,887
10	15,430
11	16,973
12	18,516
13	20,059
14	21,602
15	23,145
16	24,687

TABLE POUR LES LIVRES.

Livres d'eau, poids de marc.	*Nombre de pouces cubes correspondans.*	*Livres d'eau, poids de marc.*	*Nombre de pouces cubes correspondans.*
	pou. cub.		pou. cub.
1	24,087	20	493,740
2	49,374	21	518,427
3	74,061	22	543,114
4	98,748	23	567,801
5	123,420	24	592,44[illegible]
6	148, 22	25	617,175
7	172,809	26	641,862
8	197,496	27	666,549
9	222,180	28	691,236
10	246,870	29	715,925
11	271,557	30	740,610
12	296,244	40	987,480
13	320,931	50	1234,200
14	345,618	60	1481,220
15	370,305	70	1728,000
16	394,992	80	1974,960
17	419,676	90	2221,800
18	444,360	100	2328,700
19	469,050		

N°. IV.

TABLE pour convertir les lignes & fractions de ligne en fractions décimales de pouce.

TABLE POUR LES FRACTIONS DE LIGNE.

Douzièmes de ligne.	*Fractions décimales de pouce correspondantes*
	pouces.
1	0,00694
2	0,01389
3	0,02083
4	0,02778
5	0,03472
6	0,04167
7	0,04861
8	0,05556
9	0,06250
10	0,06944
11	0,07639
12	0,08333

TABLE POUR LES LIGNES.

Lignes.	*Fractions décimales de pouce correspondantes*
	pouces.
1	0,08333
2	0,16667
3	0,25000
4	0,33333
5	0,41667
6	0,50000
7	0,58333
8	0,66667
9	0,75000
10	0,83333
11	0,91667
12	1,00000

N°. V.

TABLE pour convertir les hauteurs d'eau observées dans les cloches ou jarres, en hauteurs correspondantes de mercure exprimées en fractions decimales de pouce.

Hauteur de l'eau exprimée en lignes.	Hauteur correspondante du mercure exprimée en fractions décimales de pouce.	Hauteur de l'eau exprimée en lignes.	Hauteur correspondante du mercure exprimée en fractions décimales de pouce.
lignes.	pouces.	pou. lig.	pouces.
1	0,00614	20	0,12284
2	0,01228	21	0,12898
3	0,01843	22	0,13512
4	0,02457	23	0,14126
5	0,03071	2	0,14741
6	0,03685	3	0,22111
7	0,04299	4	0,29481
8	0,04914	5	0,36852
9	0,05528	6	0,44222
10	0,06142	7	0,51593
11	0,06756	8	0,58963
12	0,07370	9	0,66333
13	0,07985	10	0,73704
14	0,08599	11	0,81074
15	0,09213	12	0,88444
16	0,09827	13	0,95815
17	0,10441	14	1,03185
18	0,11055	15	1,10556
19	0,11670	16	1,17926

N°. VI.

TABLE des quantités de pouces cubiques françois correspondans à une once, mesure de M. Priestley.

Onces, mesure de M. Priestley.	Pouces cubiques françois correspondans.	Onces, mesure de M. Priestley.	Pouces cubiques françois correspondans.
	pou. cub.		
1	1,567	20	31,340
2	3,134	30	47,010
3	4,701	40	62,680
4	6,268	50	78,350
5	7,835	60	94,020
6	9,402	70	109,690
7	10,969	80	125,360
8	12,536	90	141,030
9	14,103	100	156,700
10	15,670	200	313,400
11	17,237	300	470,100
12	18,804	400	626,800
13	20,371	500	783,500
14	21,938	600	940,200
15	23,505	700	1096,900
16	25,072	800	1253,600
17	26,639	900	1410,300
18	28,206	1000	1567,000
19	29,773		

N°. VII.

TABLE des pesanteurs des différens gaz à 28 pouces de pression & à 10 degrés du thermometre.

Noms des airs ou gaz.	*Poids du pouce cube.*	*Poids du pied cube.*	OBSERVATIONS.
	grains.	on. gros grs.	
Air atmosphérique....	0,46005	1..3.. 3,00	D'après mes expér.
Gaz azote..............	0,44444	1..2..48,00	D'après mes expér.
Gaz oxigène.............	0,50694	1..4..12,00	D'après mes expér.
Gaz hydrogène........	0,03539	»..»..61,15	D'après mes expér.
Gaz acide carbonique.	0,68985	2..»..40,00	D'après mes expér.
Gaz nitreux.............	0,54690	1..5.. 9,04	D'après M. Kirwan.
Gaz ammoniaque......	0,27488	»..6..43,00	D'après M. Kirwan.
Gaz acide sulfureux...	1,03820	3..»..66,00	D'après M. Kirwan.



N°. VIII.

TABLE des pesanteurs spécifiques des substances minérales, extraite de l'ouvrage de M. BRISSON.

SUBSTANCES MÉTALLIQUES.

Noms des substances métalliques.	*VARIÉTÉS.*	*Pesanteur spécifique.*	*Poids du pouce cube.*	*Poids du pied cube.*
			on. g. gra.	livres. on. g. gra.
Or.......	Or à 24 karats, fondu & non forgé.	192581	12.3.62	1348. 1.0.41
	Le même fondu & forgé.	193617	12.4.28	1355. 5.0.60
	Or au titre de Paris ou à 22 karats, fondu & non forgé.	174863	11.2.48	1224. 0.5.18
	Le même fondu & forgé.	175894	11.3.15	1231. 4.1. 2
	Or au titre de la monnoie de France, ou à 21 $\frac{22}{32}$ karats, fondu & non forgé.	174022	11.2.17	1218. 2.3.51
	Le même monnoyé.	176474	11.3.36	1235. 5.0.51
	Or au titre des bijoux ou à 20 karats fondu & non forgé.	157090	10.1.33	1099.10.0.46
	Le même fondu & forgé.	157746	10.1.57	1104. 3.4.30
Argent...	Argent à 12 deniers fondu & non forgé.	104743	6.6.22	733. 3.1.52
	Le même fondu & forgé.	105107	6.6.36	735.11.7.45

SUBSTANCES MÉTALLIQUES.

Noms des substances métalliques.	*VARIÉTÉS.*	*Pesanteur spécifique.*	*Poids du pouce cube.*	*Poids du pied cube.*
			on. g. gra.	livres. on. g. gra.
Argent...	Argent au titre de Paris, ou à 11 deniers 10 grains, fondu & non forgé.	101752	6.4.55	712. 4.1.57
	Le même, fondu & forgé.	103765	6.5.58	726. 5.5.32
	Argent au titre de la monnoie de France, ou à 10 deniers 21 grains, fondu & non forgé.	100476	6.4. 7	703. 5.2.36
	Le même monnoyé.	104077	6.5.70	728. 8.4 71
Platine...	Platine brut en grenailles.	156017	10.0.65	1092. 1.7.17
	Le même décapé, par l'acide muriatique.	167521	10.6.62	1172.10.2.59
	Platine purifié fondu.	195000	12.5. 8	1365. 0.0. 0
	Platine purifié forgé.	203366	13.1.32	1423. 8.7.67
	Platine purifié, paffé par la filière.	210417	13.5. 8	1472.14.5.46
	Platine purifié, paffé au laminoir.	220690	14.2.31	1544.13.2.17
Cuivre...	Cuivre rouge fondu & non forgé.	77880	5.0.28	545. 2.4.35
	Le même, fondu & paffé à la filière.	88785	5.6. 3	621. 7.7.26
	Cuivre jaune fondu & non forgé.	83958	5.3.38	587.11.2.26
	Le même, fondu & paffé à la filière.	85441	5.4.22	598. 1.3.10

SUBSTANCES MÉTALLIQUES.

Noms des substances métalliques.	*VARIÉTÉS.*	*Pesanteur spécifique.*	*Poids du pouce cube.*	*Poids du pied cube.*
			on. g. gr.	livres. on. g. gr.
Fer......	Fer fondu.	72070	4.5.27	504. 7.6.52
	Fer forgé en barre, écroui ou non écroui.	77880	5.0.28	545. 2.4.95
	Acier ni trempé, ni écroui.	78331	5.0.44	548. 5.0.41
	Le même écroui & non trempé.	78404	5.0.47	548.13.1.71
	Le même écroui & ensuite trempé.	78180	5.0.39	547. 4.1.20
	Le même trempé & non écroui.	78163	5.0.38	547. 2.2. 3
Etain....	Etain pur de Cornouailles, fondu & non écroui.	72914	4.5.58	510. 6.2.68
	Le même fondu & écroui.	72994	4.5.61	510.15.2.45
	Etain de Mélac, fondu & non écroui.	72963	4.5.60	510.11.9.61
	Le même fondu & écroui.	73065	4.5.64	511. 7.2.17
Plomb...	Plomb fondu.	113523	7.2.62	794.10.4.44
Zinc......	Zinc fondu.	71908	4.5.21	503. 5.5.41
Bismuth.	Bismuth fondu.	98227	6.2.67	687. 9.3.28
Cobalt..	Cobalt fondu.	78119	5.0.36	546.13.2.45
Antim...	Antimoine fondu.	67021	4.2.54	469. 2.2.59
	Antimoine crud.	40643	2.5. 5	284. 8.0. 9
	Verre d'antimoine.	49464	3.1.47	346. 5.7.64

SUBSTANCES MÉTALLIQUES.

Noms des ſubſtances métalliques.	*VARIÉTÉS.*	*Peſanteur ſpécifique.*	*Poids du pouce cube.*	*Poids du pied cube.*
			on. g. gr.	livres. on. g. gr.
Arſenic..	Arſenic fondu.	57.33	3.[illegible].[illegible]4	403. 6 7 12
Nickel...	Nickel fondu.	78070	5.0.35	546. 7 6.52
Molybd.	. . . .	47385	3.0 41	331.11 1.69
Tungſten	. . . .	6[illegible]6[illegible]5	3.7 33	424. 0.3.60
Mercure.	. . . .	135[illegible]81	8 6.25	9. 9.12.2.13

PIERRES PRÉCIEUSES.

Noms des pierres précieuſes	*VARIÉTÉS.*	*Peſanteur ſpécifique.*	*Poids du pouce cube.*	*Poids du pied cube.*
			on. g. gr.	livres. on. g. gr.
Diamant	Diamant Oriental blanc.	35212	2.2 19	246. 7.5.69
	Diamant Oriental couleur de roſe.	35310	2.2.22	247. 2.5.55
Rubis....	Rubis Oriental.	42833	2 6.15	299.13.2.26
	Rubis Spinelle.	37 00	2 3.3[illegible]	263 3 1 43
	Rubis Balai.	3[illegible]458	2 [illegible] 65	255. 3 2 26
	Rubis du Bréſil.	35311	2.2.22	247 2.6 47
Topaze..	Topaze Orientale.	40106	2.4.57	280.11 6 70
	Topaze-piſtache Orientale.	40615	2.5. 4	284. 4.7 3
	Topaze du Bréſil.	35365	2.2.24	247. 8 7. 3

PIERRES PRÉCIEUSES.

Noms de pierres précieuses	*VARIÉTÉS.*	*Pesanteur spécifique.*	*Poids du pouce cube.*	*Poids du pied cube.*
			on. g. gr.	livres. on. g. gr.
Topaze..	Topaze de Saxe.	35640	2.2.35	249. 7.5.32
	Topaze blanche de Saxe.	35535	2.2.31	248.11.7.26
Saphir...	Saphir Oriental.	39941	2.4.51	279. 9.3.10
	Saphir Oriental blanc.	39911	2.4.50	279. 6.0.18
	Saphir du Puy.	40769	2.5.10	285. 6.1. 2
	Saphir du Brésil.	31307	2.0.17	219. 2.3. 5
Girasol..	. . . .	40000	2.4.53	280. 0.0. 0
Jargon. .	Jargon de Ceylan.	44161	2.6.65	309. 2.0.18
Hyacinth	Hyacinthe commune.	36873	2.3. 9	258. 1.5.22
Vermeill	. . . .	42299	2.5.67	296. 1.3.65
Grenat. .	Grenat de Bohême.	41888	2.5.52	293. 3.3.47
	Grenat en cristal dodécaèdre.	40627	2.5. 5	284. 6.1.57
	Grenat en cristal à 24 faces volcanisé.	24681	1.4.58	172.12.4.62
	Grenat Syrien.	40000	2.4.53	280. 0.0. 0
Emerau.	Emeraude du Pérou.	27755	1.6.28	194. 4.4.35
Chrysolite.	Chrysolite des Jouailliers.	27821	1.6.3	194.11.7.44
	Chrysolite du Brésil.	26923	1.5.69	188. 7.3. 1
Aigue-marine.	Aigue-marine Orientale ou Béril.	35489	2.2.29	248. 6.6.10
	Aigue-marine Occidentale.	27227	1.6. 8	190. 9.3.28

PIERRES SILICEUSES.

Noms des pierres siliceuses.	*VARIÉTÉS.*	*Pesanteur spécifique.*	*Poids du pouce cube.*	*Poids du pied cube.*
			on. g. gr.	livres. on. g. gr.
Cristal de Roche.	Cristal de Roche limpide de Madagascar.	26530	1.5.54	185.11.2.6
	Cristal de Roche du Brésil.	26526	1.5.54	185.10.7.21
	Cristal de Roche gelatineux ou d'Europe.	26548	1.5.55	185.13.3. 1
Quartz....	Quartz cristallisé.	26546	1.5.55	185.13.1.16
	Quartz en masse.	26471	1.5.52	185. 4.6. 1
Grès........	Grès des Paveurs.	24158	1.4.38	169. 1.5.41
	Grès des Rémouleurs.	21429	1.3. 8	150. 0.0.28
	Grès des Couteliers.	21113	1.2.68	147.12.5.12
	Grès luisant de Fontainebleau.	25616	1.5.20	179. 4.7.67
	Pierre à faux à grain moyen d'Auvergne.	25638	1.5.21	179. 7.3.47
	Pierre à faux de Lorraine.	25298	1.5. 8	177. 1.3. 1
Agathe....	Agathe Orientale.	25901	1.5.31	181. 4 7.21
	Agathe Onix.	26375	1.5 49	184 10.0. 0
Calcédoi.	Calcédoine limpide.	26640	1.5.59	186 7.5 32
Cornaline	. . . .	26137	1.5.40	182.15.2.54
Sardoine.	Sardoine pure.	26025	1.5.36	182. 2.6.39
Prase.......	. . . .	25806	1.5.27	180.10.1.20
Pierre à fusil.........	Pierre à fusil blonde.	2594	1.5.32	181. 9 3.10
	Pierre à fusil noirâtre.	25817	1 5.28	180 11.4. 2

PIERRES.

PIERRES SILICEUSES.

Noms des pierres siliceuses.	VARIÉTÉS.	Pesanteur spécifique.	Poids du pouce cube.	Poids du pied cube.
			on. gr gr.	livres. on. gr. gr
Caillou...	Caillou Onix.	26641	1. 5 59	186. 8 1. 2
	Caillou de Rennes.	26538	1. 5. 55	185. 12. 2. 3
Pierre meulière.	. . . .	24835	1. 4. 63	173. 13. 4. 12
Jade.....	Jade blanc.	29502	1. 7. 21	206. 8. 1. 57
	Jade verd.	29660	1. 7. 27	207. 9. 7. 26
Jaspe....	Jaspe rouge.	26612	1. 5. 58	186. 4. 4. 23
	Jaspe brun.	26911	1. 5. 59	188. 6. 0. 18
	Jaspe jaune.	27101	1. 6. 4	189. 11. 2. 36
	Jaspe violet.	27111	1. 6. 4	189. 12. 3. 33
	Jaspe gris.	27640	1. 6. 24	193. 7. 5. 32
	Jaspe Onix ou rubanné.	28160	1. 6. 43	197. 1. 7. 26
Schorl..	Schorl noir, prismatique haxaèdre.	33636	2. 1. 32	235. 7. 1. 62
	Schorl noir spathique.	33852	2. 1. 40	236. 15. 3. 28
	Schorl noir en masse, dit Basalte noir antique.	29225	1. 7. 11	204. 9. 1. 43

PIERRES ARGILLEUSES OU ALUMINEUSES.

Noms des pierres.	VARIÉTÉS.	Pesanteur spécifique.	Poids du pouce cube.	Poids du pied cube.
			on. gr. gr.	livres. on. gr. gr.
Serpentine.	Serpentine opaque verte d'Italie, dite Gabro des Florentins.	24295	1. 4. 47	170. 1. 0. 23

PIERRES ARGILLEUSES OU ALUMINEUSES.

Noms des pierres.	*VARIÉTÉS.*	*Pesanteur spécifique.*	*Poids du pouce cube.*	*Poids du pied cube.*
			on. gr. gr.	livres. on. gr. gr.
Stéatite.	Craie de Briançon grossière.	27274	1. 6. 10	190. 14. 5. 56
	Craie d'Espagne.	27902	1. 6. 34	195. 5. 0. 14
	Pierre ollaire feuilletée du Dauphiné.	27687	1. 6. 26	193. 12. 7. 40
	Pierre ollaire feuilletée de Suède.	28531	1. 6. 57	199. 11. 3. 56
Talc.	Talc de Moscovie.	27917	1. 6. 34	195. 6. 5. 46
	Mica noir.	29004	1. 7. 3	203. 0. 3. 42
Schiste.	Schiste commun.	26718	1. 5. 61	187. 0. 3. 24
	Ardoise neuve.	28535	1. 6. 57	199. 11. 7. 26
	Pierre à rasoir blanche.	28763	1. 6. 66	201. 5. 3. 47
	Pierre à rasoir noire & blanche.	31311	2. 0. 17	219. 2. 6. 47

PIERRES CALCAIRES.

Spath calcaire.	Spath calcaire rhomboïdal dit Cristal d'Islande.	27151	1. 6. 6	190. 0. 7. 21
	Spath calcaire pyramidal, dit Dent de cochon.	27141	1. 6. 5	189. 15. 6. 24
Albâtre.	Albâtre Oriental blanc antique.	27302	1. 6. 11	191. 2. 6. 42
Marbres.	Marbre campan vert.	27417	1. 6. 16	191. 14. 5. 46
	Marbre campan rouge.	27242	1. 6. 9	190. 11. 0. 60
	Marbre blanc de Catare.	27168	1. 6. 6	190. 2. 6. 38

PIERRES CALCAIRES.

Noms des pierres.	VARIÉTÉS.	Pesanteur spécifique.	Poids du pouce cube.	Poids du pied cube.
			on. gr. gr.	livres. on. gr. gr.
Marbre...	Marbre blanc de Paros.	28376	1. 6. 51	198. 10. 0 65
Pierres calcaires à bâtir.	Pierre de St.-Leu, de la carrière de St. Leu.	16593	1. 0. 43	116. 2. 3. 24
	Pierre de St.-Leu, de la carrière de Notre-Dame.	18094	1. 1. 28	126. 10. 4. 16
	Pierre de Vergelet, du plus gros grain.	16542	1. 0. 42	115. 12. 5. 46
	Pierre d'Arcueil.	20605	1. 2. 49	144. 3. 6. 6
	Pierre de Liais du fonds de Bagneux de la carrière de Mad. Ricateau.	20778	1. 2. 56	145. 7. 1. 6
	Pierre de Liais du fonds de Bagneux, de la carrière de M. Orry.	23902	1. 4. 28	167. 5. 0. 14
	Pierre des carrières de Bouré.	13864	0. 7. 14	97. 1. 6. 10
	Pierre de Paffy près Tonnerre.	23340	1. 4. 7	163. 6. 0. 46

SPATHS.

Spath pesant, ou Sulfate de baryte.	Spath pesant blanc.	44300	2. 6. 70	310. 1. 4. 58
Spath fluor, ou Fluate de chaux.	Spath fluor blanc.	31555	2. 0. 26	220. 14. 1. 20
	Spath fluor rouge.	31911	2. 0. 39	223. 6. 0. 18
	Spath fluor vert.	31817	2. 0. 36	222. 11. 2. 17
	Spath fluor bleu.	31688	2. 0. 31	221. 13. 0 34
	Spath fluor violet.	31757	2. 0. 34	222. 4. 6. 2

ZÉOLITE.

Noms des pierres.	VARIÉTÉS.	Pesanteur spécifique.	Poids du pouce cube.	Poids du pied cube.
			on. gr. gr.	livres. on. gr. gr.
éolite. . .	Zéolite étincelante, rouge d'Œdelfors.	24868	1. 4. 64	174. 1. 1. 52
	Zéolite étincelante, blanche.	20379	1. 2. 54	145. 2. 6. 10
	Zéolite cristallisée.	20833	1. 2. 58	145. 12. 2. 26
PEISCHTEIN OU PIERRE DE POIX.				
Pierres de oix.	Pierre de poix noire.	20499	1. 2. 45	143. 7. 7. 7
	Pierre de poix jaune.	20860	1. 2. 59	146. 0. 2. 4
	Pierre de poix rouge.	26695	1. 5. 61	186. 13. 6. 52
	Pierre de poix noirâtre.	23191	1. 4. 2	16[illegible]. 5. 3. 10
PIERRES MÉLANGÉES.				
orphire. .	Porphire rouge.	27651	1. 6. 24	193. 8. 7. 2
	Porphire rouge du Dauphiné.	27933	1. 6. 35	195. 8. 3. 70
erpentin.	Serpentin vert.	28960	1. 7. 1	202. 11. 4. 12
	Serpentin noir, dit variolite du Dauphiné.	29339	1. 7. 15	205. 5. 7. 54
	Serpentin vert du Dauphiné.	29883	1. 7. 36	209. 2. 7. 12
)phite. . .	. . . .	29722	1. 7. 30	208. 0. 6. 66
ranitelle.	. . . .	30626	1. 7. 63	214. 6. 0. 65
ranit. . .	Granit rouge d'Egyp.	26541	1. 5. 55	185. 12. 4. 53
	Granit d'un beau rouge.	27609	1. 6. 25	193. 4. 1. 48
	Granit de la Vallée de Girardmas dans les Vosges.	27163	1. 6. 6	190 2. 2. 3

PIERRES DE VOLCANS.

Noms des pierres.	VARIÉTÉS.	Pesanteur spécifique.	Poids du pouce cube.	Poids du pied cube.
			on. gr. gr.	livres. on. gr. gr.
Pierres de volcans.	Pierre-ponce.	9145	». 4. 53	64. 0. 1. 66
	Lave pleine de Volcans, dite *Pierre obsidienne.*	23480	1. 4. 13	164. 5. 6. 6
	Pierre de Volvic.	23205	1. 4. 2	162. 6. 7. 49
	Basalte de la chaussée des Géans.	28642	1. 6. 61	200. 7. 7. 17
	Basalte prismatique d'Auvergne.	24215	1. 4. 40	169. 8. 0. 46
	Basalte, dit *pierre de touche.*	24150	1. 4. 38	169. 1. 1. 6

VITRIFICATIONS ARTIFICIELLES.

Verres...	Laitier des forges.	28548	1. 6. 58	199. 13. 3. 1
	Verre des bouteilles.	27325	1. 6. 12	191. 4. 3. 14
	Verre vert ou commun des vitres.	26423	1. 5. 50	184. 15. 3. 1
	Verre blanc ou cristal de France.	28922	1. 7. 0	202. 7. 2. 8
	Cristal des glaces de St. Gobin.	24882	1. 4. 65	174. 2. 6. 20
	Cristal d'Angleterre, dit *Flint-glass.*	35293	2. 1. 19	233. 0. 6. 38
	Verre de borax.	26070	1. 5. 37	182. 7. 6. 52
Porcelaine.	Porcelaine dure du Roi, ou de Sèves.	21457	1. 3. 9	150. 3. 1. 34
	Porcelaine de Limoges.	23410	1. 4. 10	163. 13. 7. 26
	Porcelaine de la Chine.	23847	1. 4. 26	166. 14. 6. 66

MATIÈRES INFLAMMABLES.

Noms des pierres.	*VARIÉTÉS.*	*Pesanteur spécifique.*	*Poids du pouce cube.*	*Poids du pied cube.*
			on. gr. gr.	livres. on. gr. gr.
Soufre. . .	Soufre natif.	20332	1. 2. 39	142. 5. 1. 34
	Soufre fondu.	19907	1. 2. 23	139. 5. 3. 56
Bitumes. .	Charbon de terre compacte.	13292	0. 6. 6.	93. 0. 5. 46
	Ambre gris.	9263	0. 4. 8	64. 13. 3. 47
	Ambre jaune ou Succin transparent.	10780	0. 5. 42	75. 7. 2. 63

TABLE des Pesanteurs spécifiques des Fluides.

EAUX.

ESPÈCES.	*VARIÉTÉS.*	*Pesanteur spécifique.*	*Poids du pouce cube.*	*Poids du pied cube.*
			on. gr. g.	livres. on. gr. gr.
Eeaux. . .	Eau distillée.	10000	0.5.13 $\frac{1}{3}$	70. 0. 0. 0
	Eau de pluie.	10000	0.5.13 $\frac{1}{3}$	70. 0. 0. 0
	Eau de la Seine filtrée.	10001,5	0.5.13,4	70. 0. 1. 25
	Eau d'Arcueil.	10004,6	0.5.13,5	70. 0. 4. 9
	Eau de ville-d'Avray.	10004,3	0.5.13 5	70. 0. 3. 61
	Eau de mer.	10263	0.5.23	71. 13. 3. 47
	Eau du lac Asphaltite, ou de la mer morte.	12403	0.6.31	86. 13. 1. 6
LIQUEURS SPIRITUEUSES.				
Vins.	Vin de Bourgogne.	9915	0. 5. 10	69. 6. 3. 60
	Vin de Bordeaux.	9937	0. 5. 11	69. 9. 1. 25
	Vin de Malvoisie de Madère.	10382	0. 5. 28	72. 10. 6. 20
	Bierre rouge.	10338	0. 5. 26	72. 5. 6. 61
	Bierre blanche.	10231	0. 5. 22	71. 9. 6. 70
	Cidre.	10181	0. 5. 20	71. 4. 2. 13
Esprit-de-Vin, ou alkool.	Alkool du commerce.	8371	0. 4. 25	58. 9. 3. 30
	Alkool très-rectifié.	8293	0. 4. 22	58. 0. 6. 38
	Alkool mêlé d'eau.			
	Alkool. *Eau.*			
	parties. parties.			
	15. . . . . 1 . .	8527	0. 4. 30	59. 11. 0. 14
	14. . . . . 2 . .	8674	0. 4. 36	60. 11. 4. 3
	13. . . . . 3 . .	8815	0. 4 41	61. 11. 2. 17
	12. . . . . 4 . .	8947	0. 4. 46	62. 10. 0. 37
	11. . . . . 5 . .	9075	0. 4. 51	63. 8. 3. 14
	10. . . . . 6 . .	9199	0. 4. 55	64. 6. 2. 22
	9. . . . . 7 . .	8317	0. 4. 60	65. 3. 4 2

LIQUEURS SPIRITUEUSES.

ESPÈCES.	*VARIÉTÉS.*	*Pesanteur spécifique.*	*Poids du pouce cube.*	*Poids du pied cube.*
Esprit-de-vin, ou alkool.	Alkool mêlé d'eau.			
	Alkool. parties. — *Eau.* parties.		on. gr. gr.	livres. on. gr. gr.
	8........ 8..	9427	0.. 4. 64	65. 15. 6. 43
	7........ 9..	9519	0.. 4 67	66. 10. 1. 2
	6........ 17..	9598	0.. 4. 70	67. 2. 7. 56
	5........ 11..	9674	0.. 5. 1	67. 11. 3. 66
	4........ 12..	9733	0.. 5. 3	68. 2. 0. 55
	3........ 13..	9791	0.. 5. 6	68. 8. 4. 53
	2........ 14..	9852	0.. 5.. 8	68. 15. 3. 28
	1........ 15..	9919	0.. 5. 10	69. 6. 7. 31
Ether....	Ether sulfurique.	7396	0.. 3. 60	51. 12. 2. 59
	Ether nitrique.	9088	0.. 4. 51	63. 9. 6. 61
	Ether muriatique.	7296	0.. 3. 56	51. 1. 1. 16
	Ether acétique	8664	0.. 4. 35	60. 10. 2. 68

LIQUEURS ACIDES.

Acides minéraux.	Acide sulfurique.	18409	1.. 1. 39	128. 13. 6. 33
	Acide nitrique.	12715	».. 6. 43	89. 0. 0. 46
	Acide muriatique.	11940	».. 6. 14	83. 9. 2. 17
Acides végétaux.	Acide acéteux rouge.	10251	0.. 5. 23	71. 12. 0. 65
	Acide acéteux blanc.	10135	0.. 5. 18	70. 15. 0. 69
	Acide acéteux distillé.	10095	0.. 5.. 17	70. 10. 5. 9
	Acide acétique.	10626	0.. 5. 37	74. 6. 0. 65
Acides animaux.	Acide formique.	9942	0.. 5. 11	60. 9. 4. 2

ALKALI VOLATIL OU AMMONIAQUE.

Ammoniaque.	Ammoniaque en liqueur.	8970	0.. 4. 47	62. 12. 5. 9

LIQUEURS HUILEUSES.

ESPÈCES.	VARIÉTÉS.	Pesanteur spécifique.	Poids du pouce cube.	Poids du pied cube.
			on. gr. gr.	livres. on. gr. gr.
Huiles volatiles, ou essentielles.	Huile essentielle de térébenthine.	8697	0. . 4. 37	60. 14. 0. [illegible]
	Térébenthine liquide.	9910	0. . 5. 10	69. 5. 7. [illegible]
	Huile essentielle de Lavande.	8938	0. . 4. 46	62. 9. 0. [illegible]
	Huile essentielle de Gérofle.	10363	0. . 5. 27	72. 8. 5. 18
	Huile essentielle de Canelle.	10439	0. . 5. 30	73. 1. 1. 25
Huiles fixes, ou grasses.	Huile d'olives.	9153	0. . 4. 54	64. 1. 1. 6
	Huile d'amande douce.	9170	0. . 4. 54	64. 3. 0. 23
	Huile de lin.	9403	0. . 4. 63	65. 13. 1. 6
	Huile de pavot.	9288	0. . 4. 57	64. 10. 5. 18
	Huile de faine.	9176	0. . 4. 55	64. 3. 5. 50
	Huile de baleine.	9233	0. . 4. 57	64. 10. 0. 55

LIQUEURS ANIMALES.

ESPÈCES.	VARIÉTÉS.	Pesanteur spécifique.	Poids du pouce cube.	Poids du pied cube.
Liqueurs animales.	Lait de femme.	10203	0. . 5. 21	71. 6. 5. 64
	Lait de jument.	10346	0. . 5. 26	72. 6. 6. 1
	Lait d'ânesse.	10355	0. . 5. 27	72. 7. 6. 6
	Lait de chèvre.	10341	0. . 5. 26	72. 6. 1. 3[illegible]
	Lait de brebis.	10409	0. . 5. 29	72. 13. 6. 33
	Lait de vache.	10324	0. . 5. 25	72. 4. 2. 22
	Petit-lait de vache clarifié.	10193	0. . 5. 20	71. 5. 4. 67
	Urine humaine.	10106	0. . 5. 17	70. 1. 6. 70

TABLE des Pesanteurs spécifiques de quelques substances végétales & animales.

ESPÈCES.	VARIÉTÉS.	Pesanteur spécifique.	Poids du pouce cube.	Poids du pied cube.
			on. gr. gr.	livres. on. gr. gr.
Résines...	Résine jaune ou blanche du pin.	10727	5. 40	75. 1. 3. 28
	Arcançon.	10857	5. 45	75. 15. 7. 63
	Galipot.	10819	5. 54	75. 11. 5. 59
	Baras.	10441	5. 30	73. 1. 3. 10
	Sandaraque.	10920	5. 48	76. 7. 0. 23
	Mastic.	10742	5. 41	75. 3. 0. 60
	Storax.	11098	5. 54	77. 10. 7. 58
	Résine ou gomme copale opaque.	11398	5. 28	72. 12. 4. 44
	Gomme copale transparente.	10452	5. 30	73. 2. 4. 71
	Gomme copale de Madagascar.	10600	5. 36	74. 3. 1. 43
	Gomme copale de la Chine.	10628	5. 37	74. 6. 2. 50
	Résine ou gomme Elémi.	10182	5. 20	71. 4. 3. 5
	Résine ou gomme animée d'Orient.	10284	5. 24	71. 15. 6. 33
	Résine ou gomme animée d'Occident.	10426	5. 29	72. 15. 5. 50
	Labdannm.	11862	6. 11	83. 0. 4. 25
	Labdanum *in tortis*.	24933	1. 4. 67	174. 8. 3. 70
	Résine ou gomme de gayac.	12289	6. 27	86. 0. 2. 68
	Résine de jalap.	12185	6. 23	85. 4. 5. 55
	Sang-dragon.	12045	6. 18	84. 5. 0. 23
	Résine ou gomme-laque.	11390	5. 65	79. 11. 5. 32
	Résine tacamaque.	10463	5. 31	73. 3. 6. 61
	Benjoin.	10924	5. 48	76. 7. 3. 65
	Résine ou gomme alouchi.	10604	5. 36	74. 3. 5. 13

Espèces.	*Variétés.*	*Pesanteur spécifique.*	*Poids du pouce cube.*	*Poids du pied cube.*
			on. gr. gr.	livres. on. gr. gr.
Résines.	Résine ou gomme caragne.	11244	5. 60	78. 11. 2. 45
	Résine ou gomme élastique.	9335	4 61	65. 5. 4. 12
	Camphre.	9887	5. 9	69. 3. 2. 54
Gommes-résines.	Gomme ammoniaque	12071	6. 19	84. 7. 7. 44
	Gomme séraphique.	12008	6. 16	84. 0 7. 12
	Gomme de lierre, ou hédérée.	12948	6. 51	90. 10 1. 29
	Gomme gutte.	12215	6. 24	85. 8. 1. 39
	Euphorbe.	11244	5 60	78. 11. 2. 45
	Oliban ou encens.	11732	6. 6	82. 1. 7. 63
	Mirrhe.	13600	7. 4	95. 3. 1. 43
	Bdélium.	13717	5. 65	79 10. 1. 57
	Scammonée d'Alep.	12354	6. 29	86. 7. 5. 13
	Scammonée de Smyrne.	12743	6. 44	89. 3. 1. 52
	Galbanum.	12120	6. 20	84. 13. 3. 37
	Assa fœtida.	13275	6. 64	92. 14. 6. 29
	Sarcocolle.	12684	6. 42	88. 12. 4. 62
	Opopanax.	16226	1. 0. 30	113. 9. 2. 36
Gommes.	Gomme commune, ou de Païs.	14817	0. 7. 49	103. 11. 4. 2
	Gomme arabique.	14523	7. 38	101. 10. 4. 41
	Gomme adraganthe.	13161	6. 59	92. 2. 0. 18
	Gomme de Bassora.	14346	7. 32	100. 6. 6. 1
	Gomme d'Acajou.	14456	7. 36	101. 3. 0. 41
	Gomme monbain.	14206	7. 26	99. 7. 0. 41
Sucs épaissis.	Suc de réglisse.	17228	1. 0. 67	120. 9. 4. 21
	Suc d'acacia.	15153	7. 62	106. 1. 1. 6
	Suc d'arec.	14573	7. 40	102. 0. 1. 29
	Cachou.	13980	7. 18	97. 13. 6. 6
	Aloès hépatique.	13586	7. 3	95. 1. 5. 4
	Aloès socotrin.	13795	7. 11	96. 9. 0. 23

ESPÈCES.	*VARIÉTÉS.*	*Pesanteur spécifique.*	*Poids du pouce cube.*	*Poids du pied cube.*
			on. gr. gr.	livres. on. gr. gr.
Sucs épaissis.	Hyociste.	15263	7. 66	106. 13. 3. 47
	Opium.	13366	6. 67	93. 8. 7. 3
Fécules. .	Indigo.	7690	0. 3. 71	53. 13. 2. 17
	Roucou.	5956	0. 3. 6	41. 11. 0. 41
Cires & graisses.	Cire jaune.	9648	5. 0	67. 8. 4. 44
	Cire blanche.	9686	5. 2	67. 12. 6. 47
	Cire d'ouarouchi.	8970	4. 47	62. 12. 5. 9
	Beurre de Cacao.	8916	4. 45	62. 6. 4. 53
	Blanc de baleine.	9433	4. 64	66. 0. 3. 70
	Graisse de bœuf.	9232	4. 57	64. 9. 7. 63
	Graisse de veau.	9341	4. 61	65. 6. 1. 39
	Graisse de mouton.	9235	4. 57	64. 10. 2. 20
	Suif.	9419	4. 64	65. 14. 7. 31
	Graisse de cochon.	9368	4. 62	65. 9. 1. 52
	Lard.	9478	4. 66	66. 5. 4. 21
	Beurre.	9423	4. 64	65. 15. 3. 1
Bois.	Chêne de 60 ans : le cœur.	11700	6. 5	81. 14. 3. 14
	Liége.	2400	1. 18	16. 12. 6. 29
	Orme : le tronc.	6710	3. 35	46. 15. 4. 12
	Fresne : le tronc.	8450	4. 27	59. 2. 3. 14
	Hêtre.	8520	4. 30	59. 10. . 66.
	Aune.	8000	4. 11	56. 0. 0. 0
	Erable.	7550	3. 66	52. 13. 4. 58
	Noyer de France.	6710	3. 35	46. 15. 4. 12
	Saule.	5850	3. 2	40. 15. 1. 43
	Tilleul.	6040	3. 9	42. 4. 3. 60
	Sapin mâle.	5550	2. 61	38. 8. 0. 0
	Sapin femelle.	4980	2. 42	34. 13. 6. 6
	Peuplier.	3830	1. 71	26. 12. 7. 49
	Peuplier blanc d'Espagne.	5294	2. 54	37. 0. 7. 31
	Pommier.	7930	4. 8	55. 8. 1. 20
	Poirier.	6610	3. 31	46. 4. 2. 40

Espèces.	*Variétés.*	*Pesanteur spécifique.*	*Poids du pouce cube*	*Poids du pied cube.*
			gr. gr.	livres. on. gr. gr.
Bois. . . .	Coignassier.	7050	3. 47	49. 5. 4. 58
	Neflier.	9440	4. 64	66. 1. 2. 17
	Prunier.	7850	4. 5	54. 15. 1. 43
	Olivier.	9270	4. 58	64. 14. 1. 66
	Cerisier.	7150	3. 51	50. 0. 6. 29
	Coudrier ou noisetier.	6000	3. 8	42. 0. 0. 0
	Buis de France.	9120	4. 52	63. 13. 3. 37
	Buis de Hollande.	13280	6. 64	92. 15. 2. 63
	If de Hollande.	7880	4. 6	55. 2. 4. 35
	If d'Espagne.	8070	4. 13	56. 7. 6. 52
	Cyprès d'Espagne.	6440	3. 24	45. 1. 2. 17
	Thuya.	5608	2. 65	39. 4. 0. 55
	Grenadier.	13540	7. 1	94. 12. 3. 60
	Mûrier d'Espagne.	8970	4. 47	62. 12. 5. 9
	Gayac.	13330	6. 66	93. 4. 7. 49
	Oranger.	7050	3. 47	49. 5. 4. 58

TABLE DES MATIÈRES.

Les deux Volumes sont désignés par I & II.

A

L

M

R

V

Fin de la Table des Matières.

EXTRAIT des Regiſtres de l'Académie des Sciences.

Du 4 Février 1789.

L'ACADÉMIE nous a chargés, M. d'Arcet & moi, de lui rendre compte d'un Traité élémentaire de Chimie, que lui a préſenté M. Lavoiſier.

Ce Traité eſt diviſé en trois parties : la première a principalement pour objet, la formation des fluides aëriformes & leur décompoſition, la combuſtion des corps ſimples, & la formation des acides.

Les molécules des corps peuvent être conſidérées comme obéiſſant à deux forces, l'une répulſive, l'autre attractive. Pendant que la dernière de ces forces l'emporte, le corps demeure dans l'état ſolide ; ſi, au contraire, l'attraction eſt plus foible, les parties du corps perdent l'adhérence qu'elles avoient entr'elles, & il ceſſe d'être un ſolide.

La force répulſive eſt due au fluide très-ſubtil qui s'inſinue à travers les molécules de tous les corps, & qui les écarte ; cette ſubſtance, quelle qu'elle ſoit, étant la cauſe de la chaleur, ou, en d'autres termes, la ſenſation que nous appelons chaleur, étant l'effet de l'accumulation de cette ſubſtance, on ne peut pas, dans un langage rigoureux, la déſigner par le nom de chaleur, parce que la même dénomination ne peut pas exprimer la cauſe & l'effet ; c'eſt ce qui a déterminé M. Lavoiſier, avec les autres Auteurs de la Nomenclature chimique, à la déſigner ſous le nom de calorique.

Nous nous contenterons, dans ce rapport, d'employer la nomenclature adoptée par M. Lavoiſier ; mais dans le cours de ſon ouvrage, après avoir établi, par les expériences les plus exactes, les faits qui doivent ſervir de baſe aux connoiſſances chimiques, il a toujours ſoin de juſtifier la nomenclature dont il fait uſage, & de ſuivre les rapports qui doivent ſe trouver entre les idées & les mots qui les repréſentent.

S'il n'exiſtoit que la force attractive des molécules de la matière, & la force répulſive du calorique, les corps paſſeroient bruſquement de l'état de ſolide à celui de fluide aëriforme ; mais une troiſième force, la preſſion de l'atmoſphère, met obſtacle à cet écartement, & c'eſt à cet obſtacle qu'eſt due l'exiſtence des fluides. M. Lavoiſier établit, par pluſieurs expériences, quel eſt le degré de preſſion qui eſt néceſſaire pour contenir différentes ſubſtances dans l'état liquide, & quel eſt le degré de chaleur néceſſaire pour vaincre cette réſiſtance. Mais il y a un certain nombre de ſubſtances qui, à la preſſion de notre atmoſphère & au degré de froid connu, n'abandonnent jamais l'état de fluide aëriforme ; ce ſont celles-là qu'on déſigne ſous le nom de gaz.

Puiſque les molécules de tous les corps de la nature ſont dans un état d'équilibre entre l'attraction, qui tend à les rapprocher & à les réunir, & les efforts du calorique, qui tend à les écarter, non-ſeulement le calorique environne de toutes parts les corps, mais encore il remplit les intervalles que leurs molécules laiſſent entr'elles, & comme c'eſt un fluide extrêmement compreſſible, il s'y accumule, il s'y reſſerre & s'y combine en partie. De ces conſidérations, M. Lavoiſier déduit l'explication de ce qu'on doit entendre par le calorique libre, le calorique combiné, la capacité de calorique, la chaleur abſolue, la chaleur latente, la chaleur ſenſible. On pourroit lui reprocher d'avoir inſiſté trop peu ſur la propriété élaſtique & compreſſible du calorique, & de-là réſulte une différence entre ſes principes & la théorie de M. Black, ſur la capacité de chaleur ; mais en écartant cette conſidération, les idées de M. Lavoiſier ont acquis l'avantage d'avoir plus de clarté.

Après ces principes généraux, M. Lavoiſier décrit le moyen qu'a imaginé M. de la Place pour déterminer par la quantité de glace fondue, celle du calorique qui s'eſt dégagé au milieu de cette glace, d'un corps qui étoit élevé à une certaine température, ou d'une combinaiſon qui s'y eſt formée. Il paſſe enſuite à des vues générales ſur la formation & la conſtitution de l'atmoſphère de la terre, non-ſeulement en la conſidérant dans l'état où elle ſe trouve, mais encore dans différens états hypothétiques.

Notre atmoſphère eſt formée de toutes les ſubſtances

fusceptibles de demeurer dans l'état aëriforme au degré habituel de température & de preſſion que nous éprouvons. Il étoit bien important de déterminer quel eſt le nombre & quelle eſt la nature des fluides élaſtiques qui compoſent cette couche inférieure que nous habitons. On ſait que les connoiſſances que nous avons acquiſes ſur cet objet, font la gloire de la Chimie moderne ; que non-ſeulement on a analyſé ces fluides, mais qu'on a encore appris à connoître une foule de combinaiſons qu'ils formoient avec les ſubſtances terreſtres, & que par-là le vide immenſe que les anciens Chimiſtes cherchoient à déguiſer par quelques ſuppoſitions, a été comblé pour la plus grande partie. Il eſt bien intéreſſant de voir celui qui a le plus contribué à nous procurer ces connoiſſances nouvelles, en tracer lui-même le tableau, rapprocher les réſultats des expériences qui ont fait l'objet d'un grand nombre de ſes Mémoires, perfectionner ces expériences & tous les appareils qu'il a fallu imaginer ; mais il n'eſt pas poſſible de ſuivre dans un extrait les deſcriptions que M. Lavoiſier préſente avec beaucoup de conciſion, ſur l'analyſe de l'air de l'atmoſphère, la décompoſition du gaz oxygène par le ſoufre, le phoſphore & le charbon, ſur la formation des acides en général, la décompoſition du gaz oxygène par les métaux, la formation des oxides métalliques, le principe radical de l'eau, ſa décompoſition par le charbon & par le fer, la quantité de calorique qui ſe dégage des différentes eſpèces de combuſtion, & la formation de l'acide nitrique.

Après tous ces objets, M. Lavoiſier examine la combinaiſon des ſubſtances combuſtibles les unes avec les autres.

Le ſoufre, le phoſphore, le charbon ont la propriété de s'unir avec les métaux, & de-là naiſſent les combinaiſons que M. Lavoiſier déſigne ſous le nom de ſulfures, phoſphures & carbures.

L'hydrogène peut auſſi ſe combiner avec un grand nombre de ſubſtances combuſtibles ; dans l'état de gaz, il diſſout le carbone ou charbon pur, le ſoufre, le phoſphore, & de-là viennent les différentes eſpèces de gaz inflammable.

Lorſque l'hydrogène & le carbone s'uniſſent enſemble, ſans que l'hydrogène ait été porté à l'état de gaz par le calorique, il en réſulte, ſelon M. Lavoiſier, cette

combinaiſon particulière qui eſt connue ſous le nom d'huile, & cette huile eſt fixe ou volatile, ſelon les proportions de l'hydrogène & du carbone. Il a expoſé dans les Mémoires de 1784, les expériences qui l'ont conduit à cette opinion.

Cependant il nous paroît que cette opinion n'eſt pas à l'abri des objections; nous nous contenterons d'en propoſer une. Toutes les huiles donnent un peu d'eau & un peu d'acide lorſqu'on les diſtille, & en réitérant les diſtillations, on peut les réduire entièrement en eau, en acide, en charbon, en gaz carbonique & en gaz hydrogène carboné. Cet acide & cette eau qu'on retire dans chaque opération, n'annoncent-ils pas qu'il entroit de l'oxygène dans la compoſition de l'huile; car il eſt facile de prouver que l'air qui eſt contenu dans les vaiſſeaux qui ſervent à la diſtillation, n'a pas pu contribuer d'une manière ſenſible à leur production?

Il falloit d'abord examiner les phénomènes que préſente l'oxygénation des quatre ſubſtances combuſtibles ſimples, le phoſphore, le ſoufre, le carbone & l'hydrogène; mais ces ſubſtances, en ſe combinant les unes avec les autres, ont formé des corps combuſtibles compoſés, tels que les huiles, dont l'oxygénation doit préſenter d'autres réſultats. Selon M. Lavoiſier, il exiſte des acides & des oxides à baſe double & triple: il donne en général le nom d'oxide à toutes les ſubſtances qui ne ſont pas aſſez oxygénées pour prendre le caractère acide. Tous les acides du règne végétal ont pour baſe l'hydrogène & le carbone, quelquefois l'hydrogène, le carbone & le phoſphore. Les acides & oxides du règne animal ſont encore plus compoſés; il entre dans la compoſition de la plûpart quatre baſes acidifiables, l'hydrogène, le carbone, le phoſphore & l'azote. M. Lavoiſier tâche de rendre raiſon par ces principes très-ſimples, de la nature & de la différence des acides végétaux & des autres ſubſtances d'une nature végétale & d'une nature animale; il ne ſeroit pas juſte dans ce moment de juger avec ſévérité ces apperçus ingénieux, parce que l'Auteur ſe propoſe de les développer dans des Mémoires particuliers.

L'hydrogène, l'oxygène & le carbone ſont des principes communs à tous les végétaux, & pour cette raiſon, M. Lavoiſier les appelle primitifs. Ces principes, en raiſon de la quantité de calorique avec lequel ils ſe trou-

vent combinés dans les végétaux, sont tous à peu-près en équilibre à la température dans laquelle nous vivons, ainsi les végétaux ne contiennent ni huile, ni eau, ni acide carbonique, & seulement les élémens de toutes ces substances ; mais un changement léger dans la température suffit pour renverser cet ordre de combinaison. L'hydrogène & l'oxygène s'unissent plus intimement & forment de l'eau qui passe dans la distillation ; une portion de l'hydrogène & une portion du carbone se réunissent ensemble pour former de l'huile volatile, une autre partie du carbone devient libre & reste dans la cornue. Dans les substances animales, l'azote, qui est un de leurs principes primitifs, s'unit à une portion d'hydrogène pour former l'alkali volatil. M. Lavoisier donne des explications analogues à celles que nous venons d'indiquer, des phénomènes & des produits de la fermentation vineuse, & de la putréfaction.

Il y a un grand rapport entre ces dernières idées de M. Lavoisier & celles que M. Higgins a exposées dans un traité sur l'acide aceteux, la distillation, la fermentation, &c. qu'il a publié en 1786, & dans lequel il admet la formation de l'eau & des huiles par l'action de la chaleur ; mais n'ayant pas distingué le gaz hydrogène qu'il appelle phlogistique (ce qui est tout-à fait indifférent), du charbon & de leur combinaison, il n'a pu déterminer les effets de la chaleur & de la fermentation avec autant d'exactitude que M. Lavoisier.

Les substances acidifiables, en s'unissant avec l'oxigène & en se convertissant en acides, acquierent une grande tendance à la combinaison : elles deviennent propres à s'unir avec des substances terreuses & métalliques. Mais une circonstance remarquable distingue ces deux espèces de combinaison ; c'est que les métaux ne peuvent contracter d'union avec les acides que par l'intermède de l'oxygène, de manière qu'il faut qu'ils soient réduits en oxides, ou qu'ils décomposent l'eau dont ils dégagent alors le gaz hydrogène, ou qu'ils trouvent de l'oxigène dans l'acide, & c'est ainsi qu'ils forment du gaz nitreux avec l'acide nitrique.

La considération des phénomènes qui accompagnent les dissolutions, conduit M. Lavoisier à celle des bases alkalines, des terres & des métaux, & à déterminer le

nombre des sels qui peuvent résulter de la combinaison de ces différentes bases avec tous les acides connus.

Dans la seconde partie de son ouvrage, M. Lavoisier présente successivement le tableau des substances simples, ou plutôt de celles que l'état actuel de nos connoissances nous oblige à considérer comme telles, celui des radicaux ou bases oxidables & acidifiables, composées de la réunion de plusieurs substances simples, ceux des combinaisons de l'azote, de l'hydrogène, du carbone, du soufre & du phosphore, avec des substances simples, & enfin ceux des combinaisons de tous les acides connus, avec les différentes bases. Chaque tableau est accompagné d'une explication sur la nature & les préparations de la substance qui en est l'objet, & sur ses principales combinaisons.

M. Lavoisier a réuni, dans la troisième partie de son ouvrage, la description sommaire de tous les appareils & de toutes les opérations manuelles qui ont rapport à la Chimie élémentaire. Les détails indispensables dans lesquels il faut entrer, auroient interrompu la marche des idées rapides qu'il a présentées dans les deux premières parties, & en auroient rendu la lecture fatigante.

Cette description est d'autant plus précieuse, que non-seulement elle est faite avec beaucoup de méthode & de clarté, mais encore qu'elle a particulièrement pour objet les appareils relatifs à la Chimie moderne, dont plusieurs sont dûs à M. Lavoisier lui-même, & qui, en général, sont encore peu connus, même de ceux qui font une étude particulière de la Chimie; mais il est impossible de tracer une esquisse de ces descriptions, & nous sommes obligés de nous borner à l'énumération des chapitres dans lesquels elles sont classées.

Le chapitre premier traite des instrumens propres à déterminer le poids absolu & la pesanteur spécifique des corps solides & liquides.

Le second est destiné à la gazométrie, ou à la mesure du poids & du volume des substances aëriformes.

Le chapitre troisième contient la description des opérations purement mécaniques, qui ont pour objet de diviser les corps, telles que la trituration, la porphirisation, le tamisage, le filtrage, &c.

M. Lavoisier décrit, dans le chapitre cinquième, les moyens que la Chimie emploie pour écarter les unes

des autres les molécules des corps sans les décomposer, & réciproquement pour les réunir, ce qui comprend la solution des sels, leur lexiviation, leur évaporation, leur cristallisation, & les appareils distillatoires.

Les distillations pneumato-chimiques, les dissolutions métalliques, & quelques autres opérations qui exigent des appareils très-compliqués, sont l'objet du sixième chapitre.

Le chapitre septième contient la description des opérations relatives à la combustion & à la détonation. Les appareils qui sont décrits dans ce chapitre sont entièrement nouveaux.

Enfin le chapitre huitième est destiné aux instrumens nécessaires pour opérer sur les corps à de très-hautes températures.

Toutes ces descriptions sont rendues sensibles par un grand nombre de planches qui présentent tous les détails qu'on peut désirer, & qui sont gravées avec beaucoup de soin. Nous ne devons pas laisser ignorer à la reconnoissance des Chimistes, qu'elles ne sont point l'ouvrage d'un burin mercenaire, mais qu'elles sont dues au zèle & aux talens varies d'un traducteur de l'ouvrage de M. Kirwan sur le phlogistique.

Ces nouveaux élémens sont terminés par quatre tables ; la première donne le nombre des pouces cubiques correspondans à un poids déterminé d'eau ; la seconde est destinée à convertir les fractions vulgaires en fractions décimales, & réciproquement ; la troisième présente le poids des différens gaz, & la quatrième, la pesanteur spécifique des différentes substances.

Ainsi M. Lavoisier, en partant des notions les plus simples & des objets les plus élémentaires, conduit successivement aux combinaisons plus composées. Ses raisonnemens sont presque toujours fondés sur des expériences rigoureuses, ou plutôt ils n'en sont que le résultat ; & il finit par donner les élémens de l'art des expériences qui doit servir de guide aux Chimistes qui, au lieu de se livrer à de vaines hypothèses, veulent établir leurs opinions la balance à la main.

L'ouvrage est précédé d'un discours dans lequel M. Lavoisier rend compte des motifs qui l'ont engagé à l'entreprendre, & de la marche qu'il a suivie dans son exécution.

S'étant

S'étant imposé la loi de ne rien conclure au-delà de ce que les expériences présentent & de ne jamais suppléer au silence des faits, il n'a point compris dans ses élémens la partie de la Chimie la plus susceptible peut-être de devenir un jour une science exacte; c'est celle qui traite des affinités ou attractions chimiques; mais les données principales manquent; ou du moins celles que nous avons ne sont encore ni assez précises, ni assez certaines pour devenir la base sur laquelle doit porter une partie aussi importante de la Chimie.

M. Lavoisier a la modestie d'avouer qu'une considération secrète a peut-être donné du poids aux raisons qu'il pouvoit avoir de se taire sur les affinités; c'est que M. de Morveau est au moment de publier l'article *affinité* de l'Encyclopédie méthodique, & qu'il a redouté de traiter en concurrence avec lui, un objet qui exige des discussions très-délicates.

Quoique les Savans s'empressent de toutes parts de rendre justice aux connoissances profondes de M. de Morveau, il doit néanmoins être flatté d'un aveu qui honore également celui qui l'a fait.

Si M. Lavoisier ne parle point, dans ce Traité, des parties constituantes & élémentaires des corps, c'est qu'il regarde comme hypothétique tout ce qu'on a dit sur les quatre élémens: il est probable que nous ne connoissons pas les molécules simples & indivisibles qui composent les corps; mais il est un terme auquel nous conduisent nos analyses, & ce sont les derniers résultats que nous en obtenons, qui sont pour nous des substances simples, ou, si l'on veut, des élémens.

Mais l'objet principal de ce discours est de faire sentir la liaison qui se trouve entre l'abus des mots & les idées fausses, & entre la précision du langage & les progrès des sciences.

Nous pensons que ces nouveaux Elémens sont très-dignes d'être imprimés sous le privilége de l'Académie.

Fait à l'Académie, le 4 Février 1789.

Signé, D'ARCET & BERTHOLET.

Je certifie le présent extrait conforme à l'original, & au jugement de l'Académie. A Paris, ce 7 Février 1789.

Signé, le Marquis DE CONDORCET.

EXTRAIT des Regiſtres de la Société Royale de Médecine.

Du 6 Février 1789.

LA Société nous a chargés, M. de Horne & moi, d'examiner un Ouvrage de M. Lavoiſier, ayant pour titre : *Traité élémentaire de Chimie, préſenté dans un ordre nouveau, & d'après les découvertes modernes.* Comme ce Traité, que nous avons lu avec le plus vif intérêt, offre une méthode élémentaire différente de toutes celles qu'on a ſuivies dans les Ouvrages du même genre, nous avons cru devoir en rendre un compte très-détaillé à la Compagnie.

Les Phyſiciens, & tous les hommes qui s'adonnent à l'étude de la Philoſophie naturelle, ſavent que c'eſt aux expériences de M. Lavoiſier qu'eſt due la révolution que la chimie a éprouvée depuis quelques années ; à peine M. Black eut-il fait connoître, il y a bientôt vingt ans, l'être fugace qui adoucit la chaux & les alkalis, & qui avoit juſques-là échappé aux recherches des Chimiſtes ; à peine M. Prieſtley eut-il donné ſes premières experiences ſur l'air fixe & ce qu'il appeloit les différentes eſpèces d'air, que M. Lavoiſier, qui ne s'étoit encore appliqué qu'à mettre dans les opérations de Chimie de l'exactitude & de la préciſion, conçut le vaſte projet de répéter & de varier toutes les expériences des deux célèbres Phyſiciens Anglois, & de pourſuivre avec une ardeur infatigable une carrière nouvelle, dont il prévoyoit dès-lors l'étendue. Il ſentit ſur-tout que l'art de faire des expériences vraiment utiles, & de contribuer aux progrès de la ſcience de l'analyſe, conſiſtoit à ne rien laiſſer échapper, à tout recueillir, à tout peſer. Cette idée ingénieuſe, à laquelle ſont dues toutes les découvertes modernes, l'engagea à imaginer, pour les efferveſcences, pour les combuſtions, pour la calcination des métaux, &c. des appareils capables de porter la lumière la plus vive ſur la cauſe & les réſultats de ces opérations. On connoît trop généralement aujourd'hui la plûpart des faits & des décou-

vertes que cette route expérimentale nouvelle a fait naître, pour que nous ayons besoin d'en suivre ici les détails; nous nous contenterons de rappeller que c'est à l'aide de ces procédés, à l'aide de ce nouveau sens, ajouté, pour ainsi dire, à ceux que le Physicien possédoit déjà, que M. Lavoisier est parvenu à établir des vérités & une doctrine nouvelles sur la combustion, sur la calcination des métaux, sur la nature de l'eau, sur la formation des acides, sur la dissolution des métaux, sur la fermentation & sur les principaux phénomènes de la nature. Ces instrumens si ingénieux, cette méthode expérimentale si exacte & si différente des procédés employés autrefois par les Chimistes, n'ont cessé, depuis 1772, de devenir entre les mains de M. Lavoisier & des Physiciens qui ont suivi la même route, une source féconde de découvertes. Les Mémoires de l'Académie des Sciences offrent, depuis 1772 jusqu'en 1786, une suite non interrompue de travaux, d'expériences, d'analyses faites par ce Physicien sur le même plan. Ce qu'il y a de plus frappant pour ceux qui aiment à suivre les progrès de l'esprit humain dans ce genre de recherches, dont on n'avoit aucune idée il y a vingt ans, c'est que toutes les découvertes qui se sont succédées depuis cette époque, n'ont fait que confirmer les premiers résultats trouvés par M. Lavoisier, & donner plus de force & plus de solidité à la doctrine qu'il a proposée. Une autre considération, qui nous paroît également importante, c'est que les expériences de Bergman, de Schéele, de MM. Cavendish, Priestley, & d'un grand nombre d'autres Chimistes dans différentes parties de l'Europe, quoique faites sous des points de vue & avec des moyens différens en apparence, se sont tellement accordées avec les résultats généraux dont nous parlions plus haut, que cet accord, bien propre à convaincre les Physiciens qui cherchent la vérité sans prévention, & avec le courage nécessaire pour résister aux préjugés, n'a fait que rendre plus solides & plus inébranlables les fondemens sur lesquels repose la nouvelle doctrine chimique. C'est dans cet état de la science, c'est à l'époque où les faits nouveaux, généralement reconnus, n'excitent encore des discussions entre les Physiciens, que relativement à leur explication, que M. Lavoisier, auteur de la plus grande partie de ces découvertes, & de la théorie simple &

lumineufe qu'elles ont créée, s'eſt propoſé d'enchaîner dans un nouvel ordre les vérités nouvelles, & d'offrir aux Savans, ainſi qu'à ceux qui veulent le devenir, l'enſemble de ſes travaux. Ceux qui ont ſuivi avec ſoin les progrès ſucceſſifs de la Chimie, ne trouveront dans l'Ouvrage dont nous nous occupons, que les faits qu'ils connoiſſent déjà; mais ils ſe préſenteront à eux dans un ordre qui les frappera par ſa clarté & ſa préciſion. Ce ſera donc ſpécialement ſur la marche des faits, des idées & des raiſonnemens tracés par M. Lavoiſier, que nous inſiſterons dans ce rapport.

Ce Traité eſt diviſé en trois parties. Dans la première, M. Lavoiſier expoſe les élémens de la ſcience & les baſes ſur leſquelles elle eſt fondée. C'eſt ſur les corps les plus ſimples, & ſur le premier ordre de leurs combinaiſons, que roule cette première partie, comme nous le dirons tout-à-l'heure.

La ſeconde partie préſente les tableaux de toutes les combinaiſons de ces corps ſimples entr'eux, & des mixtes qu'ils forment les uns avec les autres. Les compoſés ſalins neutres en ſont particulièrement le ſujet.

Dans la troiſième partie, M. Lavoiſier décrit les appareils nouveaux, dont il a imaginé la plus grande partie, & à l'aide deſquels il a établi les vérités expoſées dans la première partie.

Conſidérons chacune de ces parties plus en détail, & ſuivons l'Auteur juſqu'à ſes dernières diviſions, pour faire connoître l'utilité & l'importance de ſon Ouvrage.

Première Partie.

En expoſant, dans un Diſcours préliminaire, les motifs qui l'ont engagé à écrire ſon Ouvrage, M. Lavoiſier annonce que c'eſt en s'occupant de la nomenclature & en développant ſes idées ſur les avantages & la néceſſité de lier les mots aux faits, qu'il a été entraîné comme malgré lui à faire un traité élémentaire de Chimie; que cette nomenclature méthodique l'ayant conduit du connu à l'inconnu, cette marche qu'il s'eſt trouvé forcé de ſuivre, lui a paru propre à guider les pas de ceux qui veulent étudier la Chimie; il penſe que, quoique cette ſcience ait encore beaucoup de lacunes & ne ſoit pas com-

plette comme la Géométrie élémentaire, les faits qui la composent s'arrangent cependant d'une manière si heureuse dans la doctrine moderne, qu'il est permis de la comparer à cette dernière, & qu'on peut espérer de la voir s'approcher, de nos jours, du degré de perfection qu'elle est susceptible d'atteindre. Son but a été de ne rien conclure au delà de l'expérience, de ne jamais suppléer au silence des faits.

C'est pour cela qu'il n'a point parlé des principes des corps, sur lesquels on a depuis si long-temps donné des idées vagues dans les écoles & dans les Ouvrages élémentaires; qu'il n'a rien dit des attractions ou affinités chimiques, qui ne sont point encore connues, suivant lui, avec l'exactitude nécessaire pour en exposer les généralités dans des élémens. Il termine ce discours, en retraçant les raisons & les motifs qui ont guidé les Chimistes dans le travail de la nouvelle nomenclature, & en faisant voir quelle influence les noms exacts proposés dans ce travail, peuvent avoir sur les progrès & l'étude de la science.

La première partie qui suit immédiatement ce Discours préliminaire, comprend dix-sept chapitres.

M. Lavoisier annonce qu'il traite, dans cette première Partie, de la formation des fluides aëriformes & de leur décomposition; de la combustion des corps simples, & de la formation des acides. Ce titre, qui n'auroit certainement pas rappelé aux anciens Chimistes l'ensemble de leur science, le comprend cependant tout entier pour ceux qui la possèdent; & en effet, l'un de nous en traçant la marche & l'état de toutes les connoissances chimiques modernes dans quelques séances sur les fluides élastiques, a fait voir que toute la science est comprise dans l'histoire de leur développement & de leur fixation. Il est donc vrai de dire, que quoique le domaine de la Chimie ait été singulièrement agrandi par le nombre considérable de faits nouveaux qu'elle a acquis depuis quelques années, le rapprochement, la liaison & la cohérence de ces faits, peuvent en resserrer les élémens dans l'esprit de ceux qui les possèdent, & de ceux qu'une méthode exacte guide dans leurs études; si les expériences semblent effrayer l'imagination par leur nombre, les résultats simples qu'on en tire, & les données générales qu'elles fournissent, font évanouir les difficultés, &

rendent le travail de la mémoire plus facile. Cette vérité sera mise dans tout son jour, par l'exposé des divers objets compris dans cette première partie de l'ouvrage de M. Lavoisier.

Le premier Chapitre traite de la combinaison des corps avec le calorique ou la matière de la chaleur, & de la formation des fluides élastiques. Le calorique dilate tous les corps en écartant leurs molécules, qui tendent à se rapprocher par la force d'attraction. On peut donc considérer son effet comme celui d'une force répulsive ou opposée à l'attraction. Lorsque l'attraction des molécules est plus forte, que l'écartement ou la force répulsive communiquée par le calorique, le corps est solide; si la force répulsive l'emporte sur l'attraction, les molécules s'écartent jusqu'à un certain point, la fusion, & enfin la fluidité élastique naissent de cet effet. Comme la diminution ou l'enlèvement du calorique permet le rapprochement des molécules des corps dont l'attraction agit alors librement, & comme on peut concevoir un refroidissement toujours croissant, beaucoup plus fort que celui que nous connoissons, & conséquemment un rapprochement proportionné dans les molécules des corps, il s'ensuit que ces molécules ne se touchent pas, qu'il existe des intervalles entr'elles; ces intervalles sont remplis par le calorique. On peut l'y accumuler; c'est cette accumulation qui détruit l'attraction de ces molécules, & qui donne enfin naissance à un fluide élastique. Tous les corps liquides prendroient, à la surface du globe, cette forme de fluides élastiques, si la pression de l'air atmosphérique ne s'y opposoit pas; c'est en raison de cette pression qu'il faut que la température de l'eau soit élevée à 80 degrés pour qu'elle se réduise en vapeur; l'éther à 30 ou 32 degrés, l'alkool à 67. Mais les fluides supposés réduits en vapeurs par la suppression du poids de l'atmosphère, se formeroient bientôt un obstacle à eux-mêmes par leur pression.

On voit d'après cela qu'un fluide élastique ou un gaz n'est qu'une combinaison d'un corps quelconque ou d'une base avec le calorique. On voit encore que, suivant les espaces ou les intervalles compris entre les molécules des différens corps, il faudra plus ou moins de calorique pour les dilater au même point; c'est cette différence qu'on nomme *capacité de chaleur*, & la quantité

de calorique néceſſaire pour élever chaque corps à la même température, ſe nomme chaleur ou *calorique ſpécifique*. Comme les corps, en ſe combinant au calorique, deviennent des fluides élaſtiques, l'élaſticité paroît être due à la répulſion des molécules du calorique, ou plutôt à une attraction plus forte entre ces dernières, qu'entre celles des corps fluides élaſtiques, qui ſont alors repouſſées par l'effet du premier.

Ces idées ſimples & fondées ſur des expériences exactes, conduiſent l'Auteur à donner, dans le ſecond chapitre, des vues ſur la formation & la conſtitution de l'atmoſphère de la terre; elle doit être formée des ſubſtances ſuſceptibles de ſe volatiliſer au degré ordinaire de chaleur qui exiſte ſur le globe, & à la preſſion moyenne qui ſoutient le mercure à 28 pouces. La terre étant ſuppoſée à la place d'une planète beaucoup plus raprochée du ſoleil, comme l'eſt Mercure, l'eau, le mercure même entreroient en expanſion, & ſe mêleroient à l'air juſqu'à ce que cette expanſion fût limitée par la preſſion exercée par ces nouveaux fluides élaſtiques. Si le globe étoit, au contraire, tranſporté à une diſtance beaucoup plus eloignée du ſoleil qu'il ne l'eſt, l'eau ſeroit ſolide & comme une pierre dure & tranſparente. La ſolidité, la liquidité, la fluidité elaſtique ſont donc des modifications des corps dues au calorique. Les fluides habituellement vaporeux qui forment notre atmoſphère, doivent, ou ſe mêler lorſqu'ils ont de l'affinité, ou ſe ſéparer ſuivant l'ordre de leurs peſanteurs ſpécifiques, s'ils ne ſont pas ſuſceptibles de s'unir. M. Lavoiſier penſe que la couche ſupérieure de l'atmoſphère eſt ſurmontée des gaz inflammables légers, qu'il regarde comme la matière & le foyer des météores lumineux.

Il étoit très-naturel que ces conſidérations générales ſur l'atmoſphère de la terre fuſſent ſuivies de l'analyſe de l'air qui la compoſe; cette analyſe fait le ſujet du troiſième chapitre, dans lequel eſt conſignée une des plus belles découvertes du ſiècle & de la Chimie moderne. La combuſtion du mercure dans un ballon, la perte de poids d'un ſixième de l'air, l'augmentation correſpondante du poids du mercure, la qualité délétère des cinq ſixièmes d'air reſtant; la ſéparation de l'air de la chaux de mercure fortement échauffée, ſa pureté de celui-ci, la recompoſition de l'air ſemblable à celui de l'atmoſphère

par l'addition de cette partie tirée du mercure à celle restée dans le ballon ; la chaleur vive & la flamme brillante dégagée de l'air par le fer qu'on y brûle, suffisent à M. Lavoisier pour prouver que l'air atmosphérique est un composé de deux fluides élastiques différens, l'un respirable, l'autre non respirable ; que le premier forme 0, 27, & le second 0, 73.

Dans le quatrième chapitre, ce Savant expose les noms donnés à ces deux gaz qui composent l'air atmosphérique, & les raisons qui les ont fait proposer ; le premier porte, comme on sait, le nom d'*air vital* & de *gaz oxygène*, & le second celui de *gaz azote*.

La quantité des principes de l'atmosphère étant connue, la nature du gaz oxygène occupe ensuite M. Lavoisier. Le cinquième chapitre est destiné à l'examen de la décomposition du gaz oxygène ou air vital par le soufre, le phosphore, le charbon, & de la formation des acides. Cent grains de phosphore brûlé dans un ballon bien plein d'air vital, absorbent 154 grains de cet air ou de sa base, & forment 254 grains d'acide phosphorique concret. Vingt-huit grains de charbon absorbent 72 grains d'air vital, & forment 100 grains d'acide carbonique. Le soufre en absorbe plus que son poids & devient acide sulfurique. La base de cet air a donc la propriété, en se combinant avec ces trois corps combustibles, de les convertir en acides ; de-là le nom d'oxygène donné à cette base de l'air vital, & celui d'oxygénation donné à l'opération par laquelle cette base se fixe.

La nomenclature des différens acides forme le sujet du sixième chapitre ; le nom général d'acide désigne la combinaison avec l'oxygène ; les noms particuliers appartiennent aux bases différentes unies à l'oxygène. Le soufre forme l'acide sulfurique, le phosphore l'acide phosphorique, le carbone ou charbon pur l'acide carbonique. La terminaison variée dans ces mots exprime la proportion d'oxygène ; ainsi le soufre combiné avec peu d'oxygène & dans l'état d'un acide foible, donne l'acide sulfureux, tandis qu'une plus grande proportion de ce principe acidifiant forme l'acide sulfurique. Nous n'insisterons pas davantage sur les principes de cette nomenclature, qui sont déjà bien connus de la Société. M. Lavoisier donne, à la fin de ce chapitre, les proportions

d'azote & d'oxygène qui constituent l'acide du nitre en différens états, comme l'a découvert M. Cavendish.

Il parle, dans le septième chapitre, de la décomposition du gaz oxygène par les métaux. On sait que ces corps combustibles absorbent la base de l'air vital plus ou moins facilement, & à des températures plus ou moins élevées; mais comme l'affinité de ces corps pour l'oxygène est en général rarement plus forte que celle de celui-ci pour le calorique, les métaux s'y combinent plus ou moins difficilement. Les composés des métaux & d'oxygène n'étant pas des acides, on a proposé le nom d'oxides pour les désigner, au lieu de celui de chaux, qui étoit équivoque, & fondé sur une fausse analogie. M. Lavoisier donne les détails de cette nomenclature à la fin de ce chapitre.

Il traite, dans le huitième, du principe radical de l'eau, & de la décomposition de ce fluide par le charbon & le fer. L'eau que l'on fait passer à travers un tube de verre ou de porcelaine rougi au feu, se réduit seulement en vapeur, sans éprouver d'altération. En passant à travers le même tube chargé de vingt huit grains de charbon, il y a 85 grains d'eau changée de nature, & le charbon disparoît. On obtient 100 grains ou 144 pouces d'acide carbonique, qui contiennent, outre les 28 grains de carbone, 72 grains d'oxygène, provenant nécessairement de l'eau, puisqu'aucun autre corps n'a pu le lui fournir; ce gaz acide carbonique est mêlé de 13 grains ou 380 pouces cubes de gaz inflammable; ces 13 grains ajoutés aux 72 grains d'oxygène enlevé par le carbone, font les 85 grains d'eau qui manquent; & en effet, en brûlant dans un appareil fermé 85 grains d'air vital & 15 de gaz inflammable, on a 100 grains d'eau. L'eau est donc composée de ces deux principes. L'oxygène est déjà connu par les détails précédens; la base du gaz inflammable a été nommée *hydrogène*, ou principe radical de l'eau; M. Lavoisier en décrit les propriétés & sur-tout celles qu'il a dans l'état de gaz.

Le neuvième chapitre contient des détails absolument neufs sur la quantité de calorique qui se dégage dans la combustion de différens corps combustibles, ou, ce qui est la même chose en d'autres termes, pendant la fixation de l'air vital ou gaz oxygène. Pour bien concevoir

l'objet de cet article important, rappelons que l'air vital est, comme tous les autres fluides élastiques, une base solidifiable unie à du calorique; que ce gaz ne peut se fixer, ou sa base devenir solide dans les combinaisons où elle entre, qu'en perdant le calorique qui la tenoit écartée & divisée en fluide élastique. Cela posé, il est clair qu'en partant d'une expérience où l'air vital paroît laisser déposer sa base la plus solide possible en perdant tout le calorique qu'il contient, on aura une mesure à peu de chose près exacte de la quantité absolue de calorique contenu dans une quantité donnée de gaz oxygène. Mais comment mesurer cette chaleur? M. Lavoisier s'est servi, pour cela, d'un appareil ingénieux, dont la première idée est due à M. Wilcke, Physicien Anglois, mais qui a été changé & bien perfectionné par M. de la Place. Ce sont des enveloppes de tôle garnies de glace, & laissant un espace vide dans lequel on fait les expériences de combustion, absolument comme dans une sphère de glace assez épaisse pour que la température extérieure n'influe en aucune manière sur sa cavité intérieure. Le calorique se sépare pendant la fixation de l'oxygène, fond une partie de cette glace, proportionnelle à la quantité qui s'en dégage. En opérant ainsi la combustion du phosphore, M. Lavoisier a vu qu'une livre de ce combustible fond 100 livres de glace, en absorbant une livre 8 onces d'air vital; & comme l'acide phosphorique concret qui résulte de cette combustion paroît contenir l'oxygène le plus solide & le plus séparé de calorique, il en conclut que dans l'état d'air vital, une livre d'oxygène contient une quantité de calorique suffisante pour fondre 66 livres 10 onces 5 gros 24 grains de glace à zero. En partant de cette expérience, M. Lavoisier a trouvé qu'une livre de charbon absorbant 2 livres 9 onces 1 gros 10 grains d'oxygène, & ne faisant fondre que 96 livres 8 onces de glace, tout le calorique contenu dans cette quantité d'air vital n'est pas degagé, puisqu'il se seroit fondu 171 livres 6 onces 5 gros de glace; la différence de cette quantité de calorique, c'est-à-dire, une quantité capable de fondre 74 livres 14 onces 5 gros de glace, est employée à tenir sous forme de gaz 3 livres 9 onces 1 gros 10 grains d'acide carbonique, produit dans cette opération. La combustion du gaz hydrogène brûlé dans l'appareil de glace, lui a pré-

senté le résultat suivant relativement au dégagement du calorique. Une livre de ce gaz absorbe 5 livres 10 onces 3 gros 24 grains d'air vital en brûlant ; il se dégage dans cette combustion une quantité de calorique capable de faire fondre 295 livres 9 onces trois gros & demi de glace ; or, comme cette dose d'air vital auroit donné, si on l'avoit fait servir à la combustion du phosphore, où l'oxigène paroît être le plus solide possible, une quantité de calorique suffisante pour fondre 377 livres 12 onces 3 gros de glace, il s'ensuit que la différence de ces deux quantités de calorique, qui est exprimée par celle de 82 livres 9 onces 7 gros & demi de glace fondue, reste dans l'eau à 0 de température, & que chaque livre de ce liquide à cette température, contient dans la portion d'oxygène qui fait un de ses principes, une quantité de calorique capable de fondre 12 livres 5 onces 2 gros 48 grains de glace. M. Lavoisier a trouvé, par les mêmes expériences, la quantité de calorique contenu dans l'oxygène de l'acide nitrique, & celle qui se dégage dans la combustion de la cire & de l'huile ; & si ces recherches avoient été suivies avec un soin égal sur la quantité de calorique que chaque métal dégage de l'air vital en absorbant l'oxigène, ou en se calcinant, cette appréciation seroit, comme le dit M. Lavoisier à la fin de ce chapitre, d'une grande utilité pour l'explication de beaucoup de phénomènes chimiques.

L'Auteur décrit dans le dixième chapitre la nature générale des combinaisons des substances combustibles déjà examinées dans les chapitres précédens, les unes avec les autres. Les alliages des métaux, les dissolutions du soufre, du phosphore, du charbon dans le gaz hydrogène, l'union du carbone & de l'hydrogène qui constitue les huiles en général, sont indiqués successivement. Dans ce chapitre comme dans tous les précédens, on trouve des vues neuves sur l'union encore inconnue de plusieurs substances combustibles entr'elles.

Dans tous les chapitres précédens qui ont pour objet la décomposition de l'air vital, l'absorption de l'oxygène par les corps combustibles & les phénomènes de leur combustion & de leurs produits, il n'est question que des substances combinées, une à une avec l'oxygène. Le deuxième chapitre présente les combinaisons de ce principe acidifiant avec plusieurs bases à la fois, consé-

quemment des oxides & des acides à plusieurs bases, & de la composition des matières végetales & animales. On reconnoît par la lecture de ce chapitre la clarté des principes de la Chimie moderne, & en même temps la richesse de la nature dans la variété des composés qu'elle forme avec très-peu d'élémens. L'analyse la plus exacte prouve que l'hydrogène & le carbone privés de la plus grande quantité de leur calorique & unis ensemble dans des proportions différentes, à des quantités diverses d'oxygène, constituent les matières végétales. M. Lavoisier range ces matières parmi les oxides lorsque la quantité d'oxygène est trop peu abondante pour leur donner le caractère acide, ou parmi les acides lorsque ce principe y est plus abondant. Le phosphore & l'azote font quelquefois partie de ces composés; & alors ils se rapprochent des matières animales. Ainsi trois ou quatre corps simples unis en différentes proportions & dans différens états de pression ou de privation de calorique, suffisent à la Chimie moderne pour rendre raison de la diversité des matières végétales, oxides & acides; & en y ajoutant l'azote, le phosphore & le soufre, les composés plus compliqués qui en résultent, donnent une idée exacte de la nature des substances animales, oxides ou acides. M. Lavoisier fait voir qu'on pourroit, suivant les règles de sa nouvelle Nomenclature, désigner les principales espèces des matières végétales composées d'hydrogène, de carbone & d'oxygène, soit oxides, soit acides; mais la nécessité d'associer trop de mots pour désigner ces composés formeroit un langage barbare, & l'auteur préfère les noms des treize acides végétaux & des six acides animaux, adoptés dans la nouvelle Nomenclature. Il termine ce chapitre par le dénombrement de ces acides.

Ces principes aussi clairs que simples sur la composition des substances végétales & animales, conduisent M. Lavoisier à faire connoître avec une égale clarté dans le douzième chapitre, la décomposition de ces matières par le feu. Des trois principes les plus abondans qui les constituent, l'hydrogène & l'oxygène tendent à prendre la forme de gaz par leur combinaison avec le calorique; le troisième ou le carbone n'a pas la même propriété. Une chaleur au-dessus de celle où ces principes restent en équilibre, doit donc détruire cet équilibre. À une température supérieure à celle de l'eau bouillante, l'oxygène

s'unit à l'hydrogène & forme de l'eau qui se dégage; une partie du carbone unie séparément à l'hydrogène forme de l'huile; une autre se précipite seule. Une chaleur beaucoup plus forte, comme celle qu'on nomme chaleur rouge, sépare ces principes dans un autre ordre, décompose même l'huile formée par la première chaleur, & réduit entièrement les matières végétales à de l'acide carbonique, à de l'eau & à une partie de charbon isolée. L'azote, le phosphore & le soufre ajoutés à ces premiers principes, dans les matières animales, compliquent cet effet du feu, & donnent naissance à l'ammoniaque que ces matières fournissent dans leur distillation. Tous ces phénomènes ne tiennent qu'à des changemens de proportions dans l'union des principes & à leur diverse affinité pour le calorique.

Des changemens également simples ont lieu dans les fermentations vineuse, putride & acéteuse, dont M. Lavoisier expose avec soin les phénomènes dans les chapitres 13, 14 & 15. Ces opérations naturelles paroissoient autrefois inexplicables aux Chimistes, & il n'y a pas plus de quinze ans qu'on désespéroit encore d'en apprécier la cause. M. Lavoisier, par des procédés ingénieux, est parvenu à prouver que dans la fermentation vineuse, la matière sucrée qu'il regarde comme un oxide & qui est formée, suivant ses recherches, de 8 parties d'hydrogène, 28 de carbone, & 64 d'oxygène, sur cent parties de cette matière, est séparée en deux portions (par le changement & le partage seul de l'oxygène entre les deux bases oxidables); une grande partie du carbone prend plus d'oxygène en se séparant de l'hydrogène, & se convertit en gaz acide carbonique qui se dégage pendant cette fermentation, tandis que l'hydrogène, privé de l'oxygène & uni à un peu de carbone & à l'eau ajoutée, constitue l'alkool. Ainsi la nature change par cette fermentation des combinaisons ternaires en combinaisons binaires. Un effet analogue a lieu dans la putréfaction. Les cinq substances simples & combustibles qui forment les bases oxidables & acidifiables des matières animales, l'hydrogène, le carbone, l'azote, le soufre & le phosphore, & qui sont unies en différentes proportions à l'oxygène, se dégagent peu-à-peu en gaz hydrogène sulfuré, carboné, phosphoré, en gaz azote, en gaz acide carbonique, & en gaz ammoniaque. La fermentation acéteuse ne consiste que dans l'absorption de l'oxy-

gène qui y porte plus de principe acidifiant. Il semble que l'acide carbonique n'ait besoin que d'hydrogène pour devenir acide acéteux, puisqu'en effet, ôtez ce dernier principe au vinaigre, il passe à l'état d'acide carbonique. Quoique cette théorie de la putréfaction & de l'acétification paroisse presque aussi simple que celle de la fermentation vineuse, M. Lavoisier convient que la Chimie n'est pas aussi avancée dans la connoissance de ces deux phénomènes, que dans celle du premier.

Dans le seizième chapitre, l'auteur considère la formation des sels neutres & les bases de ces sels. Les acides dont M. Lavoisier a exposé la nature dans les premiers chapitres, peuvent se combiner avec quatre bases terreuses, trois bases alkalines & dix-sept bases métalliques. Il expose succinctement l'origine, l'extraction & les principales propriétés de la potasse, de la soude, de l'ammoniaque, de la chaux, de la magnésie, de la baryte & de l'alumine; ces matières, si l'on en excepte l'ammoniaque, sont les moins connues de tous les corps naturels, & quoique, d'après quelques expériences, on pense qu'elles sont composées, on n'en a point encore séparé les élémens; aussi M. Lavoisier n'en parle-t-il que très-brièvement. Il termine cet exposé en annonçant qu'il est possible que les alkalis fixes se forment pendant la combustion des substances végétales à l'air. L'un de nous a déjà fait présumer dans plusieurs mémoires & dans ses leçons, que l'azote, qu'il a considéré comme principe des alkalis ou comme *alcaligène*, pourroit bien se précipiter de l'atmosphère dans les substances végétales qu'on brûle dans l'atmosphère. Alors l'air atmosphérique seroit un réservoir des principes acidifiant & alkalifiant, où la nature puiseroit sans cesse ces principes pour les fixer dans des bases, & produire les diverses matières salines, acides & alkalines. Mais cette assertion, loin d'être une vérité démontrée, ne doit être regardée que comme une hypothèse, jusqu'à ce que les expériences dont on s'occupe en ce moment dans plusieurs laboratoires, aient permis de prononcer.

Le chapitre dix-septième & dernier de cette première partie de l'ouvrage de M. Lavoisier, contient une suite de réflexions sur la formation des sels neutres, & sur leurs bases qu'il nomme salifiables. Il y fait voir que les terres & les alkalis s'unissent aux acides sans éprouver d'alté-

ration, & qu'il n'en eſt pas de même des métaux. Aucun de ces corps ne peut ſe combiner avec les acides ſans s'oxygéner ; ils enlèvent l'oxygène ſoit à l'eau dont ils ſéparent l'hydrogène en gaz, ſoit aux acides eux-mêmes dont ils volatiliſent une portion de la baſe unie à une portion d'oxygène. De ce dégagement naît l'effervescence qui accompagne la diſſolution des métaux dans les acides. On pourroit peut-être deſirer dans ce chapitre des détails plus étendus ſur les diſſolutions métalliques ; mais M. Lavoiſier vouloit mettre une grande préciſion dans cette partie de ſon Ouvrage, & celle qu'il y a miſe en effet, en rend la marche plus rapide ſans nuire à la clarté des principes qui y ſont expoſés. Ce chapitre eſt terminé par un dénombrement des quarante-huit ſubſtances ſimples qui peuvent être oxidées & acidifiées dans différens états, en y comprenant les dix-ſept ſubſtances métalliques, qu'il croit devoir auſſi conſidérer comme des acides, lorſqu'elles ſont portées à un grand degré d'oxygénation. Il réſulte de ce dénombrement que quarante-huit acides qui peuvent être unis à vingt-quatre baſes terreuſes, alkalines & métalliques, donnent 1152 ſels neutres, dont la nature & les propriétés n'auroient jamais été connues avec préciſion, ſi, comme l'obſerve M. Lavoiſier, on avoit continué à leur donner des noms, ou impropres, ou inſignifians, comme on l'avoit fait à l'époque des premières découvertes de Chimie, & qui cependant peuvent être placés avec ordre dans la mémoire, à l'aide de la nouvelle nomenclature.

Tels ſont les faits, tel eſt l'ordre qui les lie, telles ſont les conſéquences qui en découlent naturellement, conſignés dans la première partie de ce Traité élémentaire. Nous les avons fait connoître aſſez en détail, pour que la Société pût apprécier l'enſemble du travail de M. Lavoiſier, & le comparer à ce qu'étoit encore la ſcience chimique il y a vingt ans. On a pu y voir qu'à l'aide des expériences modernes, les élémens de cette ſcience ſont aujourd'hui beaucoup plus faciles à ſaiſir qu'ils n'étoient autrefois, parce que tout ſe réduit à concevoir les effets généraux du calorique, à diſtinguer les matières ſimples, baſes de toutes les combinaiſons poſſibles ; à conſidérer leur union avec l'oxigène ; c'eſt preſque ſur ces trois faits généraux que ſont fondés les détails

contenus dans la première partie. En y ajoutant les attractions de l'oxygène pour les différens corps, les décompositions qui résultent des effets de ces attractions, on auroit l'ensemble complet de ces Elémens. Mais M. Lavoisier a omis cet objet à dessein, & nous avons exposé ailleurs les raisons qui l'ont déterminé à prendre ce parti.

Seconde Partie.

Après avoir rendu un compte exact de la marche nouvelle que M. Lavoisier a suivie dans la première partie, qui constitue seule les élémens de la science, il ne sera pas nécessaire d'entrer dans des détails aussi étendus pour faire connoître les deux autres parties.

La seconde est entièrement destinée à présenter dans des tableaux les combinaisons salines neutres, ou les composés de deux mixtes, car on se rappellera facilement que les acides sont des mixtes formés de bases unies à l'oxygène, les oxides métalliques également formés de l'oxygène uni aux métaux, & enfin les terres & les alkalis vraisemblablement des composés. Mais pour rendre cette seconde partie plus complette, M. Lavoisier a mis avant les tableaux des sels neutres, dix tableaux qui offrent les combinaisons simples dont il a été parlé dans la première partie, & qui sont destinés à servir de résumé à cette première partie. On trouve dans ces 10 tableaux, 1°. les substances simples, ou au moins celles que les Chimistes ne sont pas parvenus à décomposer, au nombre de 33, savoir la lumière, le calorique, l'oxygène, l'azote, l'hydrogène, le soufre, le phosphore, le carbone, le radical muriatique, le radical fluorique, le radical boracique, les dix-sept substances métalliques, la chaux, la magnésie, la baryte, l'alumine & la silice; 2°. les bases oxidables & acidifiables, composées au nombre de 20, qui comprennent le radical nitro-muriatique, les radicaux des douze acides végétaux, & ceux des sept acides animaux; 3°. les combinaisons de l'oxygène avec les substances simples: 4°. les combinaisons des vingt radicaux composés, avec l'oxygène; ou les acides nitro-muriatiques, les douze acides végétaux, & les sept acides animaux; 5°. les combinaisons binaires de l'azote avec les substances simples: M. Lavoisier nomme celles de ces

ces combinaisons qui ne sont pas connues, des *azotures*; 6°. les combinaisons binaires de l'hydrogène avec les mêmes substances simples : M. Lavoisier désigne par le nom d'*hydrures* celles de ces combinaisons qui n'ont point été examinées ; 7°. les combinaisons binaires du soufre avec les corps simples ; excepté les acides sulfurique & sulfureux, toutes ces combinaisons sont des sulfures ; 8°. celles du phosphore avec les mêmes corps ; tels sont l'oxide de phosphore, les acides phosphoreux & phosphorique, & les phosphures ; 9°. celles du carbone avec les substances simples, savoir l'oxide de carbone, l'acide carbonique & les carbures ; 10°. enfin celles de quelques autres radicaux avec les substances simples. A ces tableaux sont jointes des observations dans lesquelles M. Lavoisier donne l'explication, & retrace sous de nouveaux points de vue, une partie des faits consignés dans la première partie.

Les tableaux des sels neutres sont au nombre de trente-quatre ; on y trouve successivement les nitrites, les nitrates, les sulfates, les sulfites, les phosphites, les phosphates, les carbonates, les muriates, les muriates oxygénés, les nitro-muriates, les fluates, les borates, les arséniates, les molybdates, les tunstates, les tartrires, les malates, les citrates, les pyrolignites, les pyrotartrites, les pyromucites, les oxalates, les acétites, les acétates, les succinates, les benzoates, les camphorates, les gallates, les lactates, les saccholates, les formiates, les bombiates, les sébates, les lithiates & les prussiates. Le nombre de chaque classe de ces sels neutres contenus dans ces tableaux, est presque dans tout de vingt-quatre. M. Lavoisier a eu soin de disposer ces sels suivant l'ordre connu des affinités de leurs bases pour les acides. Comme la plûpart de ces acides sont nouvellement découverts, l'Auteur a joint à chaque tableau des observations sur la manière de préparer ces sels, sur l'époque de leurs découvertes, sur les chimistes à qui elles sont dues, & souvent même sur la comparaison de leur nature & de leurs propriétés. M. Lavoisier n'a point eu l'intention d'offrir, dans cette seconde partie, une histoire des sels neutres ; il n'a rien dit de la forme, de la saveur, de la dissolubilité, de la décomposition des sels neutres, ni de la proportion & de l'adhérence de leurs principes. Ces détails, que l'on trouve dans les Élémens de Chimie, de l'un de nous,

n'entroient point dans le plan de M. Lavoisier; son but étoit de présenter une esquisse rapide de ces combinaisons, & il est très-bien rempli par les tableaux & par les courtes notices qui les accompagnent.

Troisième Partie.

La troisième partie, qui a pour titre : *Description des appareils & des opérations manuelles de la Chimie*, montre aussi bien que les deux premières, combien la science a acquis de moyens, & la différence qui existe entre les expériences que l'on fait aujourd'hui & celles que l'on faisoit autrefois. M. Lavoisier a rejetté cette description à la fin, parce que les détails qu'elle exige, auroient détourné l'attention & trop occupé l'esprit des Lecteurs, si elle avoit été placée avec la théorie, & parce que d'ailleurs elle suppose des connoissances qu'on n'a pu acquérir qu'en lisant les deux premières parties. Quoique M. Lavoisier l'ait présentée comme une explication des planches qu'on place ordinairement à la fin d'un ouvrage, nous y avons trouvé une méthode descriptive très-claire, & des observations intéressantes sur l'usage des instrumens & sur les phénomènes que présentent les corps qu'on soumet à leur action. Sans prétendre donner ici un extrait de cette troisième partie, qui n'en est pas susceptible, nous nous bornerons à offrir un léger apperçu des principaux objets contenus dans les huit chapitres qui la composent.

Le premier traite des insttrumens nécessaires pour déterminer le poids absolu & la pesanteur spécifique des corps solides & fluides; telles sont les balances exactes de différentes sensibilités, depuis celles où l'on pèse 50 à 60 livres, jusqu'à celles qui trébuchent à des 512e de grain (M. Lavoisier y propose des poids en fractions décimales de la livre, au lieu des divisions de la livre en onces, gros & grains); tels sont encore la balance hydrostatique, les aréomètre, sur-tout celui dont se sert M. Lavoisier, & qui lui est particulier.

Dans le chapitre second, sont décrits les instrumens propres à mesurer les gaz, les cuves pneumato-chimiques à l'eau & au mercure, les différens récipiens, le ballon à peser les gaz, la machine construite par les soins de

M. Lavoisier, pour mesurer le volume & connoître la quantité des gaz suivant la pression & la température qu'ils éprouvent. M. Lavoisier nomme cette ingénieuse machine *gazomètre*.

Le chapitre III est destiné à la description d'un instrument imaginé par M. de la Place, pour déterminer la chaleur spécifique des corps & la quantité de calorique qui se dégage dans les combustions, dans la respiration des animaux & dans toutes les opérations de la Chimie. Cette utile machine, dont nous avons déjà indiqué les avantages dans la première partie, est nommée *calorimètre* par M. Lavoisier.

On trouve exposés, dans le quatrième chapitre, les instrumens dont on se sert dans les simples opérations mécaniques de la chimie, telles que la trituration, la porphyrisation, le tamisage, le lavage, la filtration & la décantation.

Le cinquième chapitre contient la description des moyens & des instrumens qu'on emploie pour opérer l'écartement ou le rapprochement des molécules des corps; tels sont les vases destinés à la solution des sels, à la lixiviation, à l'évaporation, à la cristallisation, & à la distillation simple, ou évaporation en vaisseaux clos.

M. Lavoisier décrit, dans le sixième chapitre, les instrumens qui servent aux distilations composées & pneumato-chimiques, & sur-tout les appareils de Woulfe, variés de beaucoup de manières; ceux qu'on emploie dans les dissolutions métalliques; ceux qu'il a imaginés pour recueillir les produits des fermentations vineuse & putride, pour la décomposition de l'eau. Il y joint une histoire des différens luts & de leurs diverses utilités.

Les détails contenus dans le septième chapitre, font connoître les appareils dont ce physicien s'est servi avec succès pour connoître avec exactitude les phénomènes qui ont lieu dans la combustion du phosphore, du charbon, des huiles, de l'alkool, de l'éther, du gaz hydrogène, & conséquemment dans la recomposition de l'eau; ainsi que dans l'oxidation des métaux.

Enfin le huitième & dernier chapitre de l'Ouvrage traite des instrumens & des procédés propres à exposer les corps à de hautes températures; il y est question de la fusion, des creusets, des fourneaux, de la théorie de leur construction, du moyen d'augmenter considérablement l'ac-

tion du feu, en substituant à l'air atmosphérique l'air vital ou gaz oxygène.

Quand ces détails ne seroient que des descriptions simples des machines auxquelles la Chimie doit toutes ses nouvelles connoissances, ils n'en seroient pas moins utiles, & on n'en auroit pas moins d'obligation à M. Lavoisier, pour avoir publié des procédés & des appareils trop peu connus, même d'une partie de ceux qui professent aujourd'hui la Chimie, comme l'a dit l'Auteur. Mais ce n'est point seulement une description sèche & aride que présente cette troisième partie; on y décrit l'usage des diverses machines, on y fait connoître la manière de s'en servir, & les phénomènes qu'elles offrent à l'observateur; souvent même des points particuliers de la théorie générale exposée dans tout l'ouvrage, portent un jour éclatant sur le résultat des opérations auxquelles servent ces instrumens. On peut considérer cette troisième partie comme une histoire des principaux appareils nécessaires aux opérations de la Chimie moderne, & sans lesquels on ne pourroit plus espérer de faire faire des progrès à cette science.

Les planches placées à la fin de l'ouvrage, ont été gravées avec soin par la personne qui nous a déjà donné la traduction de Kirwan, & qui sait allier la culture des Lettres à celle des Arts & des Sciences.

L'ouvrage est terminé par des tables où sont exposées la pesanteur du pied cube des différens gaz, la pesanteur spécifique d'un grand nombre de corps naturels, les méthodes pour convertir les fractions vulgaires en fractions décimales & réciproquement, des moyens de correction pour la pesanteur des gaz relativement à la hauteur du mercure dans le baromètre & dans le thermomètre. Ces tables deviennent aujourd'hui aussi nécessaires aux Chimistes pour obtenir des résultats exacts dans leurs expériences, que le sont les tables de logarithmes aux Géomètres & aux Astronomes, pour l'exactitude & la rapidité de leurs calculs.

Nous pensons que l'Ouvrage de M. Lavoisier mérite l'approbation de la Société, & d'être imprimé sous son privilége.

Au Louvre, le 6 Février 1789.

Signé, DE HORNE & DE FOURCROY.

La Société de médecine ayant entendu, dans sa séance tenue au Louvre le 6 du présent mois, la lecture du Rapport ci-dessus, en a entièrement adopté le contenu.

Ce que je certifie véritable. Ce 7 Février 1789.

Signé, Vicq d'Azyr, Secrétaire perpétuel.

EXTRAIT des Registres de la Société d'Agriculture.

Du 5 Février 1789.

Nous avons été chargés par la Société d'Agriculture, M. de Fourcroy & moi, de lui rendre compte d'un Traité élémentaire de Chimie, par M. Lavoisier.

Des Savans de l'Europe, l'un de ceux qui a le plus contribué à l'heureuse révolution que la Chimie pneumatique a éprouvée de nos jours, c'est, sans contredit, M. Lavoisier. Les Mémoires importans qu'il a publiés depuis quinze ans, les faits brillans dont on lui est spécialement redevable, toutes les expériences connues qu'il a vérifiées avec un zèle infatigable, l'élégance & la précision des appareils qu'il a imaginés, la théorie nouvelle enfin sur laquelle il a singulièrement influé, & qu'on peut vraiment regarder comme lui étant propre, faisoient desirer que M. Lavoisier réduisît ces nombreux matériaux en un corps d'ouvrage, & sur-tout qu'il en fît un ouvrage élémentaire : il étoit difficile de mieux remplir ce vœu.

Ce Traité peut servir à l'étude de la Chimie par la méthode & l'ordre qui y règnent ; quant au Chimiste déjà familiarisé avec la science, il y trouvera les faits réunis & classés, ainsi que de grandes vues sur le système de notre atmosphère, de la végétation, de l'animalisation, &c. ce qui offre une vaste carrière à ses recherches.

La Chimie recule de jour en jour ses bornes ; elle embrasse maintenant toutes les sciences physiques, & l'Agriculture est peut-être une de celles qui aura le plus

à s'applaudir des succès de la Chimie ; l'analyse étant le seul moyen de conduire sûrement à la connoissance des terres, des amendemens & des engrais : enfin la Chimie pneumatique peut seule expliquer les grands phénomènes de la végétation, la formation des différens principes des végétaux, l'étiolement des plantes, &c. c'est elle qui nous a fait connoître cette double émission d'un gaz homicide & d'un gaz vital.

Dans le petit nombre d'ouvrages qui ont été récemment publiés sur la Chimie, tout étant neuf, la nomenclature, les faits, l'application de la méthode des Géomètres à ces mêmes faits, & la théorie entière, l'analyse d'un pareil Traité seroit une tâche longue & difficile à remplir ; nous nous bornerons donc à des réflexions sur ce nouvel ordre de choses, qui, au milieu de beaucoup de prosélites, a encore quelques détracteurs.

On peut établir comme vérité qu'il n'y a pas d'art mécanique, le dernier de tous, dont la nomenclature ne soit moins vicieuse, moins *insignifiante*, que ne l'étoit celle de l'ancienne Chimie. Pas un mot dans l'ancienne langue chimique qui n'ait été enfanté par l'amour du mystère, & quelquefois même par le charlatanisme. Glauber, Stahl, emportes par le torrent & l'espèce de mode régnante alors, introduisent, l'un *son sel admirable*, l'autre, *son double arcane*. Un mot neuf, mot qui n'a aucune acception, peut en recevoir une ; il n'en est pas de même d'un mot déjà usité.

Il falloit donc une langue nouvelle pour une nouvelle science, des mots nouveaux pour de nouveaux produits ; enfin, il falloit créer des expressions pour les phénomènes que créoit journellement la Chimie. Il importoit sur-tout que cette nomenclature fût raisonnée, que le mot fixât l'idée, & que, semblable à la langue des Grecs & des Latins, les augmentatifs, les privatifs & le changement de terminaison devinssent autant de moyens de faire naître des idées accessoires & précises, & c'est l'objet que remplissent, par exemple, les mots *soufre*, *sulfate*, *sulfite*, *sulfure*. Tel est le but qu'ont rempli les Savans qui se sont réunis pour former cette nouvelle nomenclature, & le Traité de M. Lavoisier la rend très-intelligible.

Rien de plus imposant dans l'ouvrage de M. Lavoisier que ce nombre d'expériences ingénieuses, dont beaucoup lui appartiennent, toutes présentées avec cette précision

mathématique, inconnue avant cette époque, que Rouelle avoit devinée, & qui, soumettant l'analyse à la rigueur du calcul, fait le complément de la science, en rendant la recomposition des corps aussi facile que leur décomposition.

L'ancienne Chimie parvenoit bien quelquefois à la synthèse : elle décomposoit & recomposoit l'alun, les vitriols, les sels neutres en général, elle minéralisoit & révivifioit les métaux ; mais l'eau, mais l'air échappoient à son analyse. Elle les regardoit comme des corps simples & élémentaires, il étoit réservé à la Chimie pneumatique de leur faire subir la double loi de la décomposition & de la recomposition.

Il nous reste à parler de la théorie, puisque nous sommes restreints à des généralités. Cette théorie pose sur une grande masse de faits, qui lui forment un rempart solide où elle paroît inattaquable : elle ne le seroit pas, sans doute, si elle prétendoit tout expliquer, mais elle sait s'arrêter quand les faits lui manquent, ou qu'ils sont en trop petit nombre pour consolider de nouveaux points de doctrine. Tel est le caractère de sagesse qui la distingue de l'ancienne théorie, qui expliquoit tout de dix manières différentes, parce qu'au défaut de routes, il faut se pratiquer des sentiers. Dans la théorie actuelle, les faits s'enchaînent ; chaque proposition est étayée d'expériences qui se pressent, & on paroît réduit à ne pouvoir pas en tirer d'autres conséquences que celle que présente cette même théorie.

Nous pensons donc que cet Ouvrage, dont plusieurs chapitres sont immédiatement applicables à la Physique végétale, mérite l'approbation de la Société d'Agriculture.

Signé, DE FOURCROY & CADET DE VAUX.

Je certifie cet Extrait conforme à l'original & au jugement de la Société.

A Paris, ce 6 Février 1789.

Signé, BROUSSONET, Secrétaire perpétuel.

De l'Imprimerie de BOISTE, rue Haute-Feuille, N°. 21.

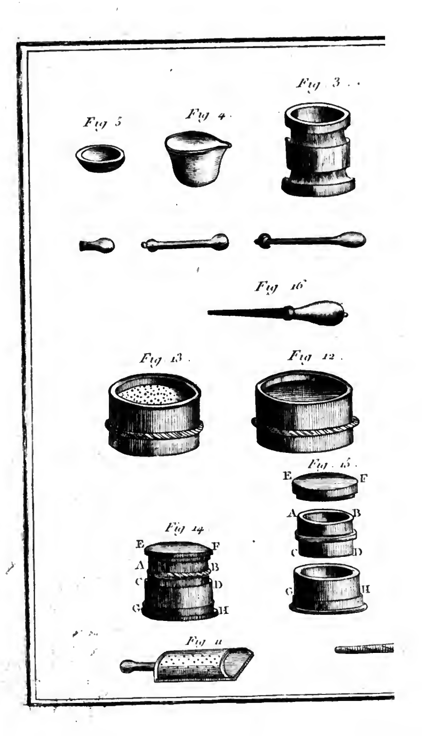
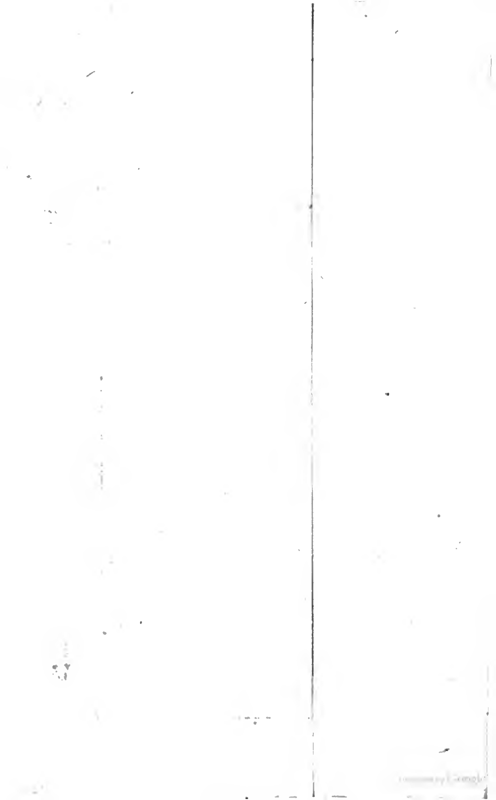


Fig. 3
Fig. 5
Fig. 4
Fig. 16
Fig. 13
Fig. 12
Fig. 15
E
F
A
B
C
D
G
H
Fig. 14
E
F
A
B
C
D
G
H
Fig. 11



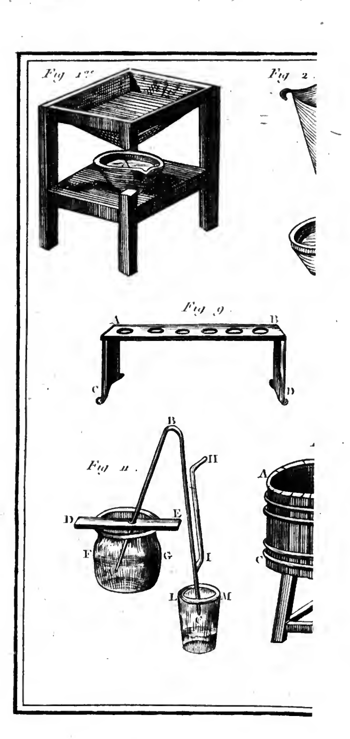
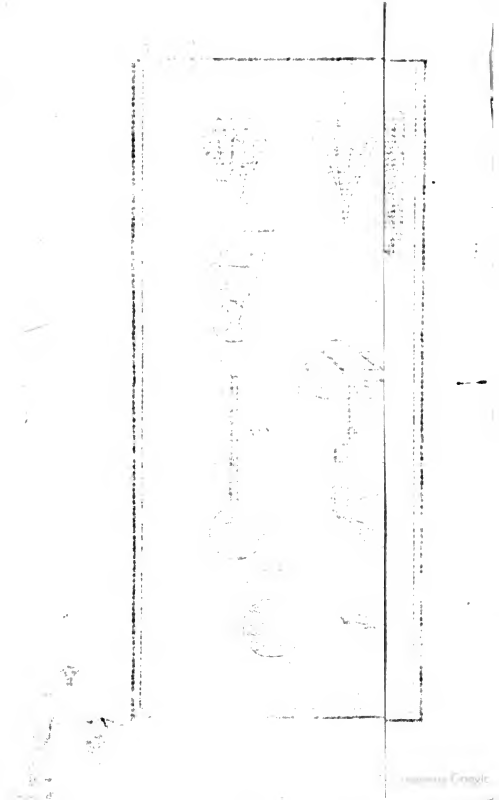


Fig. 1.re
Fig. 2.
Fig. 9.
A
B
C
D
Fig. 11.
B
H
D
E
F
G
I
L
M
C
A
C



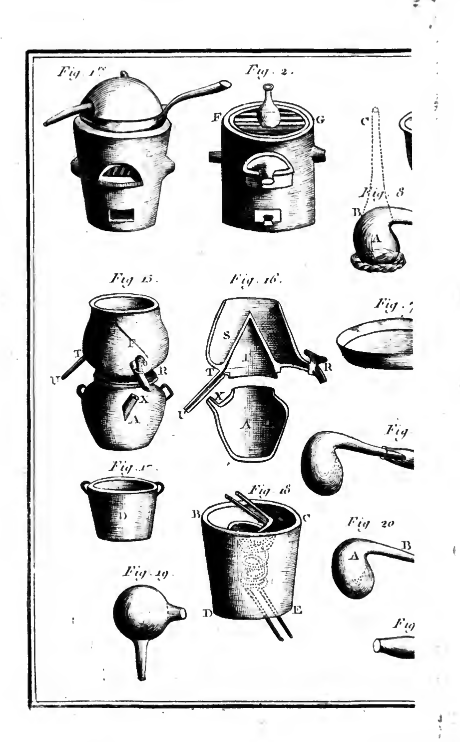
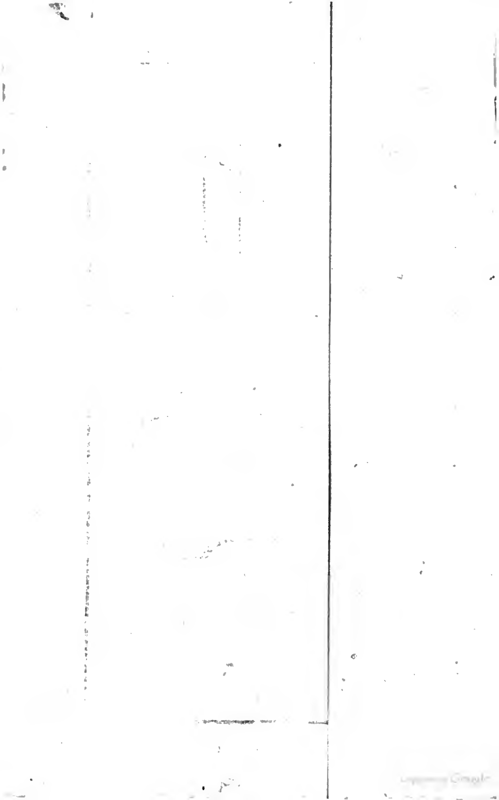


Fig. 1.re
Fig. 2.
F
G
C
Fig. 8
B
A
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 7
P
T
R
U
X
A
S
L
Fig. 17.
D
Fig. 18
B
C
D
E
Fig. 20
A
B
Fig. 19.



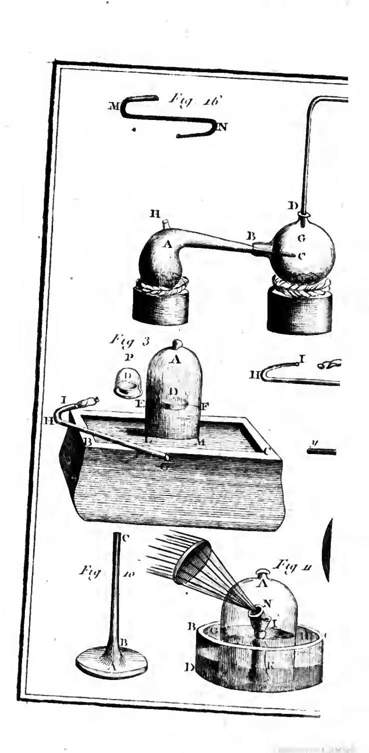
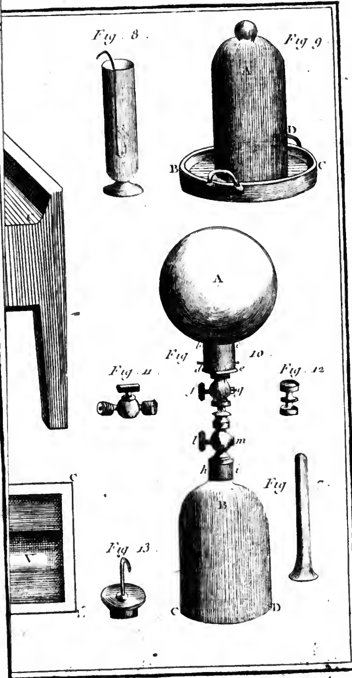
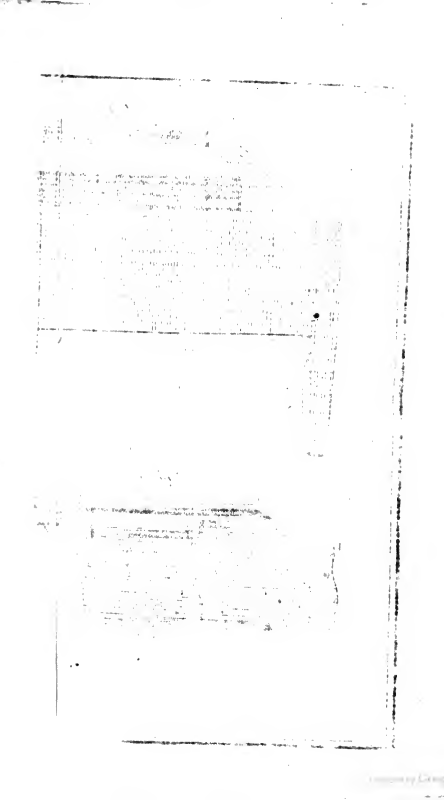
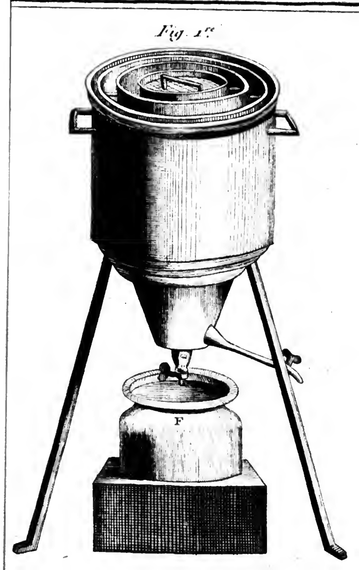


Fig 16
M
N
H
A
B
D
G
C
Fig 3
P
A
D
E
F
I
H
B
C
Fig
10
C
B
A
Fig 11
A
N
I
B
D



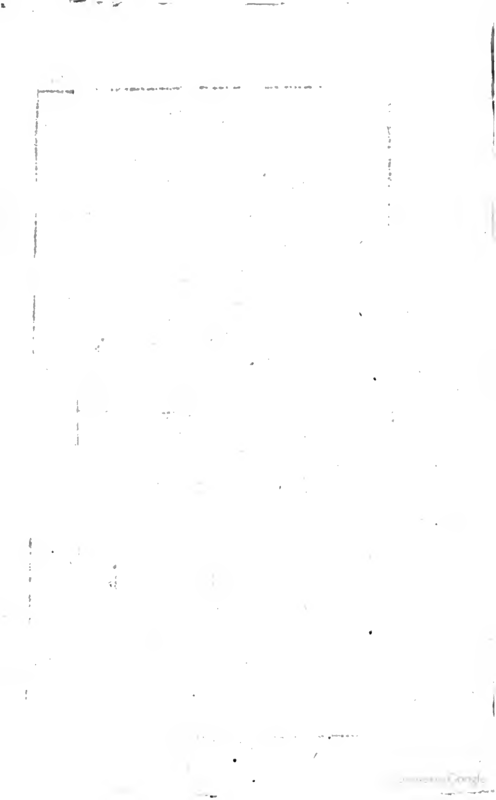
Paulze Lavoisier Sculpsit

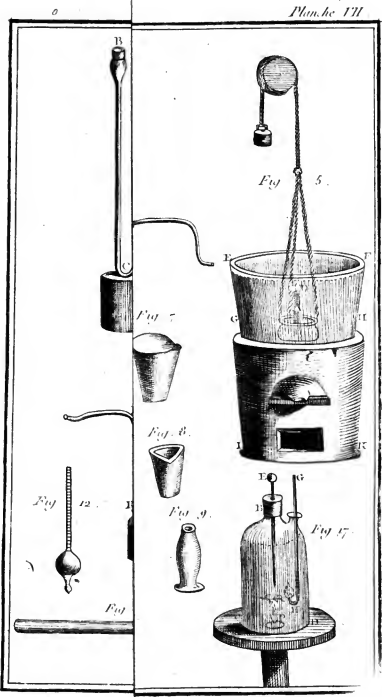




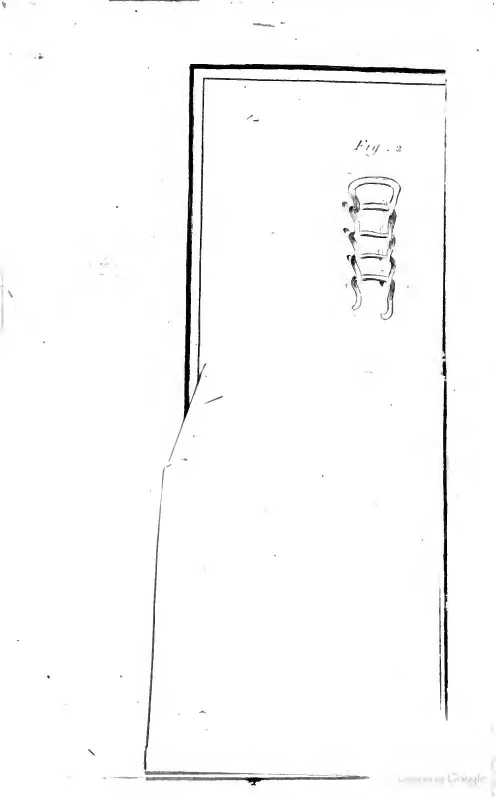
⅓ Pieds.

Paulze Lav.

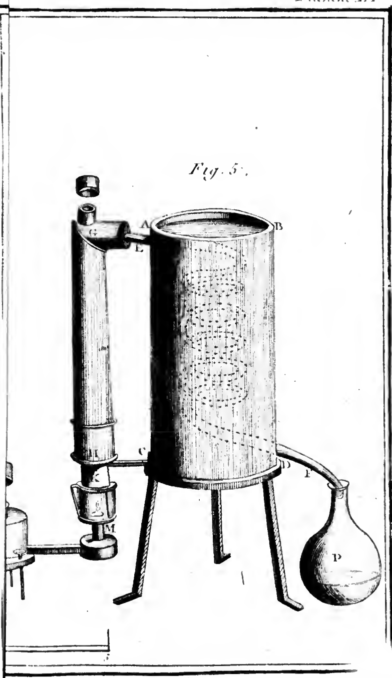




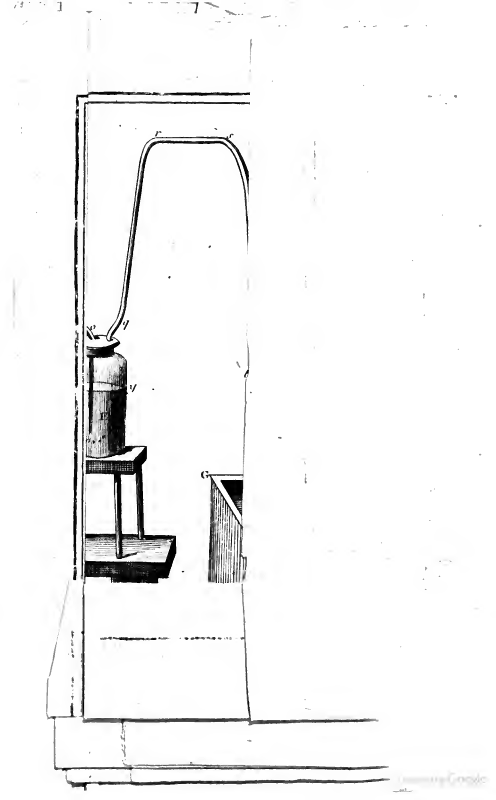
Paulze Lavoisier Sc.


Fig. 2

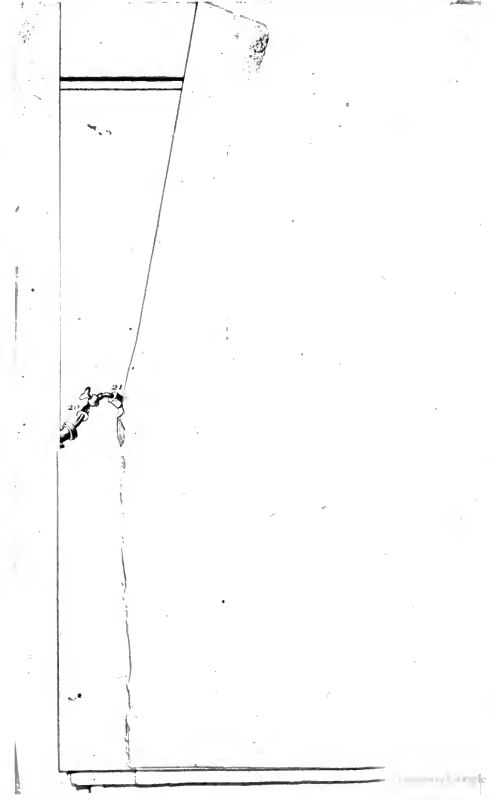
Pl. n. h. VIII



Paulze Lavoisier

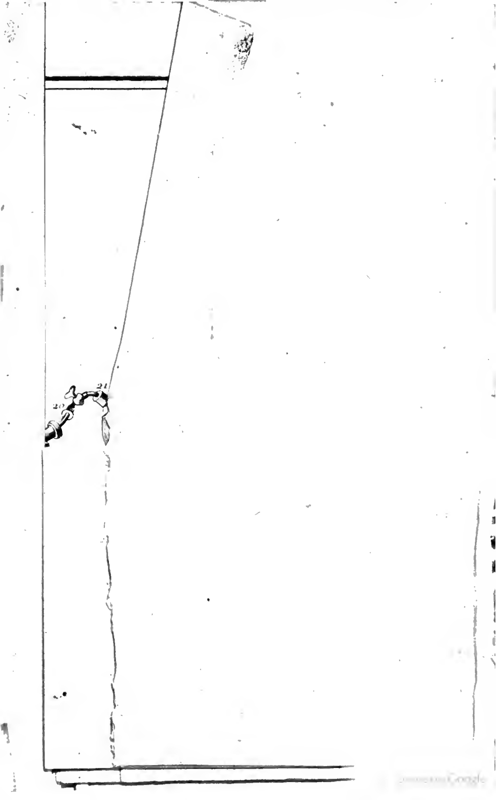

G





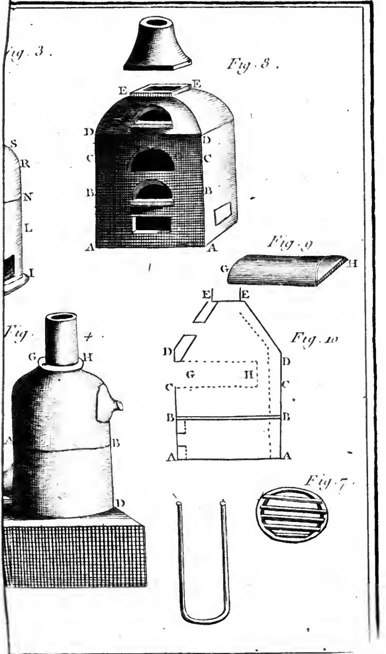
20
21





20
21


4
a
b
10



Paulze Lavoisier





